

ESCOLA
SUPERIOR DE
TECNOLOGIA DA
SAÚDE DE
COIMBRA



Instituto Superior de
Engenharia de Coimbra

Instituto Politécnico de Coimbra

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

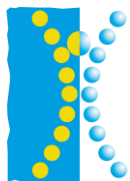
Escola Superior de Tecnologia da Saúde Coimbra

Sistema de Informação de Análise de Radiografias do Tórax

Protótipo de Análise de Nódulos Solitários do Pulmão

Diogo Jorge Vieira Rede

**Mestrado em Sistemas e Tecnologias da Informação para a Saúde
Coimbra, Dezembro, 2012**



ESCOLA
SUPERIOR DE
TECNOLOGIA DA
SAÚDE DE
COIMBRA



Instituto Superior de
Engenharia de Coimbra

Instituto Politécnico de Coimbra
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
Escola Superior de Tecnologia da Saúde Coimbra

Mestrado em Sistemas e Tecnologias da Informação para a Saúde
Projecto/Estágio I e Projecto/Estágio II

Sistema de Informação de Análise de Radiografias do Tórax

Protótipo de Análise de Nódulos Solitários do Pulmão

Diogo Jorge Vieira Rede

Orientador:

Joana Margarida Rodrigues dos Santos

Escola Superior de Tecnologia da Saúde Coimbra

Co- Orientador:

António Manuel Rodrigues Carvalho dos Santos

Escola Superior de Tecnologia da Saúde Coimbra

Coimbra, Dezembro, 2012

-- Página propositadamente deixada em branco --

Agradecimentos

À minha família,

Em especial à minha mãe

Aos meus amigos,

Os de sempre e para sempre, que estiveram presentes em todos os momentos

Os novos, que conquistei e me apoiaram durante esta jornada

Aos meus orientadores,

E todos aqueles que me guiaram durante esta nova experiência académica

Índice

Índice de Tabelas	vii
Índice de Figuras	viii
Lista de Abreviaturas	ix
Resumo	x
Abstract	xi
Introdução	1
CAPÍTULO I. Competências funcionais do técnico de Radiologia	2
I.1 Competências dos técnicos de Radiologia em Portugal.....	2
I.2 Partilha de competências	3
I.3 Os sistemas RADS	5
I.4 Considerações éticas	7
I.5 Conclusões.....	8
CAPÍTULO II. A radiografia do tórax e o nódulo solitário do pulmão	9
II.1 Importância e frequência de realização da radiografia do tórax	9
II.2 Prescrição de radiografias do tórax	10
II.3 Sinais imagiológicos de patologia torácica	11
II.4 Cancro do pulmão.....	13
II.4.1 História e epidemiologia.....	13
II.4.2 Factores de risco.....	13
II.4.3 Classificação TNM do cancro do pulmão.....	14
II.4.4 Nódulo solitário do pulmão	16
II.5 Interpretação de radiografias do tórax.....	17
II.5.1 Processo de produção de um relatório em imagiologia	17
II.5.2 Algoritmo de análise para radiografias do tórax	18

II.5.3	Sensibilidade e especificidade do técnico de Radiologia	20
II.6	Controlo de qualidade de imagem em Radiologia	21
II.6.1	Boas práticas de realização da radiografia do tórax	21
II.6.2	Critérios de qualidade da radiografia do tórax	23
II.7	Conclusões	24
CAPÍTULO III. Sistemas de informação na área da Radiologia.....		25
III.1	Norma <i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i> (DICOM) e os sistemas de visualização de imagens médicas	25
III.1.1	DICOM <i>Structured Reporting</i> (SR).....	26
III.2	<i>Picture Archiving and Communication Systems</i> (PACS) e <i>Radiology information Systems</i> (RIS).....	29
III.3	<i>Standards</i> de terminologia em saúde.....	30
III.3.1	<i>International Classification of Diseases</i> (ICD).....	31
III.3.2	SNOMED-CT	33
III.4	Informação clínica e relatório médico estruturado.....	34
III.5	Abordagens de desenvolvimento de sistemas de informação na área da saúde	35
III.5.1	Metodologias de desenvolvimento de sistemas	36
III.5.2	Desenvolvimento de sistemas de informação em saúde.....	39
III.6	Conclusões	42
CAPÍTULO IV. Metodologia		44
IV.1	Tecnologia utilizada no desenvolvimento do protótipo.....	45
IV.2	Base de dados de radiografias do tórax.....	47
IV.3	Modelo de desenvolvimento do sistema	50
IV.3.1	Levantamento de requisitos.....	50
IV.3.2	Teste piloto e análise dos requisitos	55
IV.3.3	Alterações ao desenho do protótipo.....	57
IV.4	Testes em contexto clínico	61

CAPÍTULO V. Resultados	62
V.1 Versão final do Protótipo	62
V.1.1 Descrição das principais funcionalidades do protótipo	62
V.1.2 Base de dados da aplicação	72
V.1.3 Validação da aceitabilidade do protótipo	73
V.1.4 Análise de resultados.....	73
V.2 Módulo de demonstração do protótipo para uso corrente	75
Conclusões e Análise Crítica	81
Discussão	81
Considerações finais e trabalhos futuros	83
Conclusão	87
Referências	88
ANEXO A	94
ANEXO B	102

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Classificação de estadiamento de tumores pulmonares TNM	15
Tabela 2 - Plano e calendarização do projecto	44
Tabela 3 - Imagens da base de dados JSRT utilizadas no projecto	49
Tabela 4 - Resultados obtidos na detecção de nódulos solitários do pulmão	75

Índice de Figuras

Figura 1 - Exemplo de árvore SR de um achado clínico.....	27
Figura 2 - Exemplo de árvore SR de um relatório completo	28
Figura 3 - Exemplo de transcrição de um relatório DICOM SR.....	28
Figura 4 - Fluxograma relativo à organização da metodologia do projecto.....	45
Figura 5 - Esquema da página de análise de radiografias do tórax.....	52
Figura 6 - Visualizador de imagens DICOM (Radscapec 13.0)	52
Figura 7 - Painel de avaliação da qualidade da radiografia do tórax 1	53
Figura 8 - Painel de avaliação da patologia presente na radiografia do tórax 1	54
Figura 9 - Painel de resumo da análise da radiografia do tórax 1	54
Figura 10 - Fluxograma da aplicação para o Observador de radiografias do tórax	58
Figura 11 - Fluxograma da aplicação para o Administrador.....	58
Figura 12 - Diagrama UML do procedimento de selecção de um exame para realização da sua análise.....	63
Figura 13 - Diagrama UML do procedimento de avaliação da qualidade	64
Figura 14 - Diagrama UML do procedimento de avaliação e sinalização da patologia presente na imagem	65
Figura 15 - Diagrama UML do procedimento no painel de resumo dos dados inseridos.....	66
Figura 16 - Painel de avaliação da qualidade da radiografia do tórax 2	67
Figura 17 - Painel de avaliação da patologia presente na radiografia do tórax 2	68
Figura 18 - Painel de adição de novo achado patológico nos campos pulmonares.....	69
Figura 19 - Painel de sinalização da localização de patologia (mapa de patologia).....	70
Figura 20 - Painel do resumo da análise da radiografia do tórax.....	70
Figura 21 - Storyboard	71
Figura 22 - Modelo físico da base de dados do protótipo.....	72
Figura 23 – Vista do módulo de demonstração com caixa de sugestões de suspeitas utilizando a terminologia ICPC	77
Figura 24 - Vista do módulo de demonstração com painel de caracterização do achado aberto	78
Figura 25 - Vista do módulo de demonstração com painel de avaliação de qualidade aberto. 79	
Figura 26 - Modelo físico da base de dados relativa ao módulo de demonstração	80
Figura 27 - Fluxograma representativo do fluxo de trabalho e interacção técnico de Radiologia/médico.....	85

Lista de Abreviaturas

ASP	Active Server Pages
ATARP	Associação Portuguesa dos Técnicos de Radioterapia, Radiologia e Medicina Nuclear
CSS	Cascading Style Sheets
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
HTML	HyperText Markup Language
ICD	International Classification of Diseases
ICPC	International Classification of Primary Care
IIS	Internet Information Services
JPEG	Joint Photographic Experts Group
JSRT	Japanese Society of Radiological Technology
PACS	Picture Archiving and Communication System
PA	Postero-Anterior
PD	Participatory Design
PET	Positron Emission Tomography
RADS	Radiographer Abnormality Detection Schemes
RCR	Royal College of Radiologists
RIS	Radiology Information System
SCoR	Society and College of Radiographers
SNOMED-CT	Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms
SR	Structured Reporting
TC	Tomografia Computorizada
UCD	User Centered Design
UML	Unified Modeling Language

Resumo

Os nódulos solitários do pulmão podem ser detectados em cerca de 0,2% das radiografias do tórax realizadas. Estes nódulos podem evoluir para neoplasias malignas do pulmão, que são a segunda maior causa de mortalidade, por doença oncológica, em Portugal. Os cuidados de saúde primários têm um importante papel neste contexto, ao nível da detecção precoce e encaminhamento de utentes potencialmente portadores deste tipo de patologia para os cuidados especializados.

A partilha de competências e cooperação entre médicos de família e técnicos de Radiologia pode aumentar a sensibilidade na detecção de nódulos solitários do pulmão, aumentando assim a qualidade dos serviços prestados aos utentes e fortalecendo o combate ao cancro pulmonar. Este processo pode ser facilitado através do desenvolvimento de um sistema de informação para avaliação de radiografias do tórax, partilha e análise da informação criada.

Deste projecto resulta a descrição de um protótipo de um Sistema de Informação que visa cumprir os objectivos supracitados, de acordo com *guidelines* internacionais de avaliação de radiografias do tórax, quer a nível da qualidade de imagem, quer ao nível de diagnóstico. Este protótipo foi utilizado para testar e validar, em contexto clínico, a mais-valia no diagnóstico precoce do cancro do pulmão, que advém da participação de técnicos de Radiologia no processo. A aproximação utilizada consistiu numa análise comparativa da sensibilidade de técnicos de Radiologia, comparativamente com médicos não especialistas em radiodiagnóstico, no que toca à detecção de nódulos solitários do pulmão. Estes testes serviram ainda como meio de validação para o protótipo.

Abstract

Solitary pulmonary nodules can be found in around 0,2% of all chest radiographies. These nodules can degenerate into malignant lung neoplasms, which are the second greater cause of mortality, from oncological disease, in Portugal. Primary healthcare has an important part in this context, through early detection of these and the orientation of patients who are likely carriers of this type of disease to specialized care services.

Role sharing and cooperation between family doctors and radiographers can increase the sensibility in detecting solitary pulmonary nodules, raising the quality of care provided to patients and strengthening the fight against pulmonary cancer. This process can be assisted through the development of an information system to evaluate chest radiographies, share and analyse the created data.

The result of this project is the description of an information system prototype to perform this task, which follows international guidelines regarding the evaluation of chest radiographies, concerning both image quality and diagnostic. This prototype was used to test and validate, in clinical context, the benefits to the early diagnostic of lung cancer, which come from the intervention of radiographers in the process. This was achieved by analysing the sensibility of radiographers, compared to that of non-specialist doctors, when detecting solitary pulmonary nodules. The tests were also a mean of validation for the prototype.

Introdução

Este projecto consiste no desenvolvimento de um protótipo de análise de radiografias do tórax de frente em projecção postero-anterior (PA). O protótipo tem como principal objectivo averiguar e validar as potenciais mais-valias que advêm da participação de técnicos de Radiologia, na análise de radiografias do tórax e detecção de nódulos solitários do pulmão, como forma de apoio à decisão clínica por parte de médicos não especialistas em radiodiagnóstico, especialmente no contexto dos cuidados primários de saúde.

A radiografia do tórax foi o exame eleito, uma vez que é o exame com a maior frequência de realização em Portugal (Teles, Sousa, Paulo, & Santos, 2012). Outro dos factores que influenciou esta escolha, está relacionado com os elevados hábitos de tabagismo da população portuguesa, que contribuem de forma significativa para o aumento da mortalidade por doença oncológica, uma vez que o cancro do pulmão é um dos tumores malignos mais frequentes e letais em Portugal (ACS, 2009).

Nesta tese são abordadas três grandes áreas que aqui se cruzam, descritas nos três primeiros capítulos: as “competências funcionais dos técnicos de Radiologia”, a “radiografia do tórax e o nódulo solitário do pulmão” e os “sistemas de informação na área da Radiologia”. Seguidamente, no capítulo de métodos, é descrito todo o processo de criação do protótipo, desde a identificação de requisitos, teste piloto e análise dos requisitos e desenho final e desenvolvimento do protótipo.

Após toda a fase de desenvolvimento do protótipo, foi realizado um estudo, com técnicos de Radiologia e médicos não especialistas em radiodiagnóstico, para comparar as suas capacidades na detecção de nódulos solitários do pulmão e assim retirar conclusões acerca do possível contributo na melhoria dos cuidados de saúde por parte dos técnicos de Radiologia, assim como acerca do contributo deste género de sistemas de informação. Tendo em conta o feedback obtido dos profissionais envolvidos no estudo, foi ainda desenvolvido um novo módulo no protótipo, com uma interface mais aproximada a um possível sistema de informação para uso corrente dentro de uma unidade de cuidados de saúde primários.

CAPÍTULO I. Competências funcionais do técnico de Radiologia

Os sistemas de informação, na área da saúde, têm actualmente um importante papel no apoio aos processos inerentes à prestação de cuidados de saúde, podendo funcionar como uma ferramenta potenciadora da partilha de competências funcionais, caso se verifique um contributo positivo das mesmas na qualidade dos serviços prestados aos utentes.

Neste capítulo serão revistas as competências funcionais do técnico de Radiologia em Portugal, comparativamente com as competências funcionais do técnico de Radiologia em países onde já estão em vigor sistemas que promovem a partilha de competências entre profissionais de saúde. Estes sistemas de partilha de competências, associados a sistemas de informação adequados, têm o potencial de aumentar o aproveitamento efectivo dos recursos humanos de uma instituição de saúde, assim como a qualidade dos cuidados prestados. Por outro lado, deixam em aberto a possibilidade de uma maior autonomia e de um papel mais activo nos cuidados de saúde primários, com aumento da satisfação pessoal e profissional dos envolvidos.

I.1 Competências dos técnicos de Radiologia em Portugal

A nível de legislação, segundo o artigo 5º, do Decreto-Lei nº 564/99, de 21 de Dezembro, pelo Ministério da Saúde, o técnico de Radiologia integra o grupo profissional de técnico de diagnóstico e terapêutica e é caracterizado pela “realização de todos os exames da área da Radiologia de diagnóstico médico, programação, execução e avaliação de todas as técnicas radiológicas que intervêm na prevenção e promoção da saúde; utilização de técnicas e normas de protecção e segurança radiológica no manuseamento com radiações ionizantes”. Já a Classificação Portuguesa das Profissões, dá uma definição mais detalhada, onde refere que o técnico de Radiologia “efectua exames na área de radiodiagnóstico médico, contribuindo para o

diagnóstico final: aplica as técnicas, cujos resultados são utilizados na complementarização do pré-diagnóstico, nomeadamente, Radiologia convencional, tomografia computadorizada, ressonância magnética, ecografia, mamografia e outros, utilizando equipamento de alta tecnologia; utiliza programas de software que integram o equipamento, podendo participar na preparação desses mesmos programas; avalia as imagens colhidas de acordo com as especificações do médico; participa na avaliação das necessidades do serviço; procede ao controlo do bom funcionamento do equipamento e conseqüente imagem final; assegura a protecção e segurança radiológica mantendo a utilização da radiação ionizante a níveis baixos e de segurança” (INE, 2011). A legislação não aborda qualquer tipo de apoio formal à decisão clínica, embora refira que o técnico de Radiologia actue no âmbito do diagnóstico e possa avaliar as imagens colhidas de acordo com as especificações do médico.

Em Portugal, não existe qualquer sistema ou regulamentação no âmbito do radiodiagnóstico assistido por técnicos de Radiologia, que vise proporcionar ao técnico de Radiologia um papel mais activo, através da interacção directa ou indirecta com o médico, para uma maior qualidade de diagnóstico e prestação de cuidados. No entanto, segundo a descrição do perfil profissional do técnico de Radiologia pela Associação Portuguesa dos Técnicos de Radioterapia, Radiologia e Medicina Nuclear (ATARP), o técnico de Radiologia deve ser capaz de “registar e relatar os achados de forma apropriada”, o que aponta na direcção da colaboração na interpretação das imagens.

I.2 Partilha de competências

A partilha de competências, no âmbito da prestação de cuidados de saúde, refere-se à utilização eficiente do conhecimento e aptidões de todos os grupos profissionais, de forma a providenciar um serviço de qualidade, atempado e com uma boa relação custo-benefício. Dentro de um serviço de Radiologia, isto traduz-se numa prestação mais eficaz, através de uma maior pró-actividade de todos os profissionais a desempenhar quaisquer tipos de funções nestes serviços. Este conceito está apenas

limitado pela necessidade de assegurar que todos os profissionais têm o devido treino e competência para prestar um serviço clínico de alta qualidade e assim assegurar a segurança do paciente, ponto fulcral de qualquer serviço de saúde (SCoR & RCR, 2007).

O *Royal College of Radiologists* (RCR) e a *Society and College of Radiographers* (SCoR) consideram que iniciativas de partilha de competências, criteriosamente desenvolvidas, podem beneficiar os pacientes, uma vez que os recursos humanos são usados mais eficazmente. Além disso, estas iniciativas tendem a aumentar o sentimento de satisfação profissional das pessoas envolvidas no processo.

Alguns dos factores que mais contribuem para a necessidade de partilha de competências são o grande aumento de prescrições de exames imagiológicos, assim como o aparecimento de novas modalidades imagiológicas, a pressão para um acesso mais rápido aos serviços de diagnóstico para redução dos tempos de espera e a necessidade de providenciar também os relatórios dos exames mais rapidamente. A estes factores aliam-se ainda a falta de médicos radiologistas activos ou disponíveis, o desenvolvimento tecnológico (por exemplo: Radiologia digital e transmissão de imagem), o trabalho multidisciplinar, a necessidade de motivação dos técnicos de Radiologia através de uma maior autonomia e participação na prestação de cuidados de saúde e ainda as expectativas elevadas de pacientes cada vez mais informados. Foi neste âmbito que se desenvolveram os *Radiographer Abnormality Detection Schemes* (RADS), que potenciam o papel dos técnicos de Radiologia através de ferramentas de comunicação, ainda que indirecta, com os médicos, para auxílio na identificação de sinais de patologia.

A extensão do papel dos profissionais e a partilha de competências têm surgido no Reino Unido como tendências locais, baseadas no pragmatismo e sentido de oportunidade das instituições para optimizarem os seus recursos humanos e respectivas aptidões. O resultado é uma prestação mais eficaz, mas, por vezes, sem qualquer acreditação ou transferibilidade da extensão dos papéis para outras instituições, devido à falta de regulamentação. Com base nestas situações, estão a ser feitos esforços para rever o perfil dos profissionais e adequar a regulamentação, sendo assim reconhecidas as suas novas competências (SCoR & RCR, 2007).

I.3 Os sistemas RADS

Os RADS, definidos em Portugal como esquemas de detecção de padrões de anormalidade para técnicos de Radiologia, foram implementados, no Reino Unido, no princípio da década de 80, com a introdução do sistema *Red Dot*, para assistência aos médicos dos departamentos de urgência na correcta interpretação de estudos imagiológicos.

Este sistema tem vindo lentamente a expandir-se pelo mundo, nomeadamente em países como a África do Sul e a Austrália, que têm vindo a apostar nos mesmos para colmatar as suas carências na área do radiodiagnóstico (Williams, 2009), (Hardy, Poulos, Emanuel, & Reed, 2010). Nestes países, assim como aconteceu no Reino Unido, a escassez de médicos radiologistas, relativamente ao número de exames produzidos, dá origem a situações de relatórios que não são realizados atempadamente, ou não são efectivamente realizados, chegando os exames às mãos dos médicos não especialistas em radiodiagnóstico sem qualquer tipo de informação especializada.

Existem diferentes sistemas de abordagem dentro dos RADS. O sistema *Red Dot* consiste na simples sinalização de imagens com suspeita de patologia, através de um pequeno círculo vermelho em um dos seus cantos, como é sugerido pelo próprio nome, embora existam outras variantes na forma de sinalização. Este método tira partido da experiência na constante observação de estudos imagiológicos, por parte dos técnicos de Radiologia, e disseminou-se bastante no contexto de urgência, para o qual foi desenvolvido, facilitando o trabalho dos médicos não especializados na interpretação de imagens, funcionando como uma espécie de pré-triagem dos estudos imagiológicos. Embora útil, esta abordagem não é indicativa do tipo de patologia. Esta falta de especificidade pode por vezes ser desvantajosa, como no caso de pequenas fracturas de difícil percepção ou até mesmo múltiplas fracturas que podem ter sido identificadas pelo técnico de Radiologia e passar despercebidas ao médico de urgência.

O *College of Radiographers* tem vindo a assumir as suas aspirações no que toca ao desenvolvimento do papel do técnico de Radiologia, contribuindo para a sua extensão. Embora o sistema *Red Dot* esteja bastante disseminado e seja efectivamente

o mais utilizado, existe também o sistema de comentários, no qual o técnico de Radiologia pode descrever a natureza da patologia identificada, verbalmente ou por escrito. Esta abordagem colocou o técnico de Radiologia num patamar intermédio entre o sistema *Red Dot* e o relatório final, reforçando a sua posição como elemento activo na interpretação de estudos imagiológicos (Snaith & Hardy, 2007).

O *Royal College of Radiologists* define o sistema de comentários como um relatório descritivo do estudo imagiológico, opondo-se à definição de um relatório médico, efectuado por médicos especialistas, que tem em conta não só a observação das imagens, mas também toda a correlação com a informação clínica do paciente, sinais clínicos, sintomatologia, estudos imagiológicos anteriores e resultados de testes laboratoriais, assim como outro tipo de exames. O relatório descritivo não deixa, no entanto, de ser considerado importante, uma vez que responde a questões objectivas, como, por exemplo, se existe uma fractura ou outro achado concreto numa radiografia, servindo assim de apoio à interpretação final, com especial ênfase no caso do médico não especialista em radiodiagnóstico (RCR, 2010).

Em 2007, um estudo abrangendo todos os hospitais do sistema de saúde do Reino Unido com serviço de Radiologia revelou que, de um total de 306 hospitais que participaram do estudo, 284 (92,8%) indicaram ter um sistema de RADS na sua prática corrente. Destes, cerca de 77,8% têm em prática o sistema *Red Dot*, 2,5% têm o sistema de comentários e os restantes têm ambos. Quanto ao método de sinalização, foram identificados 21 métodos diferentes para o sistema *Red Dot*, sendo os mais populares a anotação das palavras *Red Dot* na imagem digital, um círculo vermelho colado à radiografia e um asterisco anotado na imagem digital, entre outros tipos de anotações. Para o sistema de comentários foram identificados 8 métodos diferentes, que incluem a utilização de um formulário em papel específico para o técnico de Radiologia, um espaço específico na requisição do exame e a comunicação verbal, por ordem de popularidade. Em locais com *Picture Archiving and Communication System* (PACS) e *Radiology Information System* (RIS), é também referida uma anotação num destes sistemas (Snaith & Hardy, 2007).

Embora estes sistemas RADS estejam de momento mais associados a áreas da imagiologia como a ecografia, a mamografia e a radiografias do sistema músculo-

esquelético em contexto de urgência, existem estudos que indicam que a opinião profissional do técnico de Radiologia relativamente a radiografias do tórax poderia trazer grandes vantagens ao nível da qualidade de diagnóstico para os pacientes. Por outro lado, estes estudos apontam que, através de treino especializado, as variações na interpretação de imagens radiológicas poderiam diminuir consideravelmente (Freeman, 2006).

I.4 Considerações éticas

Desde há muito tempo que os técnicos de Radiologia têm vindo a interpretar estudos imagiológicos no Reino Unido, especialmente no que diz respeito a exames de ecografia. Para que esta prática seja viável, há que assegurar sempre o melhor interesse do paciente, seguindo princípios éticos e deontológicos e tendo em conta os seus direitos humanos (SCoR & RCR, 2007).

O principal princípio bioético associado ao sistema *Red Dot* é o da beneficência. Este princípio baseia-se no compromisso de que qualquer profissional de saúde actua de acordo com os interesses do paciente, nomeadamente para a preservação da sua vida. Ao ser colocada a sinalização numa imagem, está também a ser utilizado o princípio da beneficência, uma vez que se está a agir no interesse do paciente. Ainda assim, o relatório médico do especialista continua a ser o *gold standard* e, como tal, em primeira instância, deve ser pedido este relatório, no entanto, caso este não esteja disponível de imediato, as pessoas mais qualificadas para interpretar um estudo imagiológico são o técnico de Radiologia e o médico requisitante, como acontece na maioria dos casos de urgência. Posto isto, pode-se considerar que a combinação das competências destas duas classes de profissionais oferece ao paciente o serviço mais aproximado ao que seria prestado pelo médico radiologista.

Assim como o princípio da beneficência, o princípio da não maleficência é igualmente importante. Alguns exemplos ilustrativos do que pode representar um caso de maleficência são exames realizados desnecessariamente, ou ser dada alta a um

paciente que ainda requer cuidados médicos, devido a uma incorrecta avaliação de um estudo imagiológico (Smith, 2006).

Para que estes princípios sejam respeitados, é necessário que não sejam subestimadas as necessidades de desenvolvimento profissional dos técnicos de Radiologia através do estabelecimento de um plano de formação e actualização de conhecimento contínuo, de forma a responder às exigências dos novos papeis adquirido.

I.5 Conclusões

Como é possível verificar pela análise da literatura relativa à extensão de competências funcionais do técnico de Radiologia e à partilha de competências em instituições de saúde, existem já modelos bem definidos e com sucesso comprovado a nível internacional. No entanto, há que ter em conta que cada modelo deve ser adaptado à realidade na qual vai ser utilizado, de forma a maximizar o seu valor e contributo para a melhoria do sistema de saúde de um país ou região.

A autonomia e papel dos técnicos de Radiologia em Portugal tem ainda uma grande margem de progressão, o que poderia até mesmo vir a contribuir para a criação de novos postos de trabalho para os mesmos. No entanto, não existe uma iniciativa real neste âmbito, negligenciando-se assim o potencial da actual força de trabalho em Radiologia.

CAPÍTULO II. A radiografia do tórax e o nódulo solitário do pulmão

Neste capítulo irão ser abordados todos os aspectos relativos à radiografia do tórax, começando pela sua enorme importância a nível clínico e dando especial atenção ao cancro do pulmão e aos nódulos solitários do pulmão, indiciadores do mesmo. Seguidamente é abordada a forma como se deve analisar uma radiografia do tórax em projecção frontal, assim como a produção de um relatório imagiológico.

Como a análise de uma imagem radiográfica é directamente influenciada pela sua qualidade, são também tratados neste capítulo os critérios de qualidade que uma radiografia do tórax deve seguir, bem como a técnica radiográfica a utilizar segundo as *guidelines* europeias.

II.1 Importância e frequência de realização da radiografia do tórax

A medicina cardiopulmonar é amplamente baseada na radiografia do tórax, uma vez que é um exame de rápida execução e com baixa exposição à radiação (cerca de 0,02 mSv), que fornece uma importante quantidade de informações relativas à anatomia torácica de um indivíduo (Eng & Cheah, 2005). Este é o procedimento imagiológico mais realizado na grande maioria dos departamentos de Radiologia em todo o mundo. Só no Reino Unido, estima-se que sejam efectuadas, anualmente, cerca de 8.273.369 radiografias do tórax (Watson, Jones, Oatway, & Hughes, 2005). Em Portugal, segundo o relatório “Dose Datamed 2 Portugal”, a radiografia do tórax ocupa a primeira posição, com uma taxa de 396,4 exames por 1000 habitantes, de acordo com os números estimados para o ano de 2010 (Teles et al., 2012).

No contexto do rastreio do cancro do pulmão, desde os anos 70 que se recorre à radiografia do tórax. Mais recentemente, também foi realizada uma abordagem com recurso à Tomografia Computorizada (TC) pulmonar de baixa dose, no entanto, este

tipo de rastreio não demonstrou originar qualquer redução da taxa de mortalidade nos doentes avaliados, comparativamente com um grupo de controlo. Por este motivo, actualmente, não se recomenda o rastreio do cancro do pulmão por TC como prática clínica corrente. Já a radiografia do tórax, é aconselhada a indivíduos com factores de risco associados (ACS, 2009).

II.2 Prescrição de radiografias do tórax

A radiografia do tórax é prescrita em diversas situações, algumas com um grau de indicação mais elevado do que outras. Este grau depende do problema clínico e de factores de risco associados ao individuo em causa.

Segundo as tabelas de referência europeias, ainda que não indicada como rotina, a radiografia do tórax é recomendada para dores torácicas inespecíficas, traumatismo torácico, pré-operatório, infecção do tracto respiratório superior e doença pulmonar crónica obstrutiva das vias respiratórias ou asma, assim como o seu seguimento. A radiografia do tórax tem também este grau de recomendação como exame médico de admissão a um emprego, justificado em categorias específicas, como motivos de carácter profissional, no caso de mergulhadores e para efeitos de emigração. A radiografia do tórax deve ser sempre realizada em casos de pneumonia e controlo da mesma, possível derrame pleural, hemoptise, doentes em unidades de cuidados intensivos ou em unidades de hemodiálise (RCR, 2012).

Qualquer paciente que apresente sintomas sugestivos de cancro do pulmão, como hemoptise e sintomas persistentes inexplicados, como dores torácicas e nos ombros, dispneia, rouquidão, perda ponderal, edema nos dedos, linfadenopatia cervical ou supraclavicular e tosse, com uma duração superior a três semanas, deve realizar uma radiografia ao tórax com a máxima urgência. Da mesma forma, pacientes com mudanças de sintomas consecutivas associadas a problemas respiratórios crónicos e pacientes com historial de exposição a asbestos com dores torácicas e

dificuldade respiratória devem também ser referenciados com urgência para a realização de uma radiografia do tórax (NHS, 2005).

A radiografia do tórax é também recomendada em todas as fases de *follow-up* de doentes a quem foi diagnosticado cancro do pulmão (ACS, 2009)

II.3 Sinais imagiológicos de patologia torácica

As patologias torácicas, cujos sinais podem ser observados numa radiografia do tórax de frente, são diversas, daí que este seja um exame tantas vezes requisitado. A patologia pode ser definida pelas suas características imagiológicas, como é o caso de massas mediastinais, patologia pulmonar de elevada densidade radiográfica e patologia pulmonar de reduzida densidade radiográfica. Alguns exemplos de outro tipo de patologia detectável, normalmente associada a episódios de trauma, são os derrames pleurais (líquido na cavidade pleural que, tipicamente, se reflecte na obliteração imagiológica dos ângulos costofrénicos), pneumotórax (ar livre entre o pulmão e a pleura, que se reflecte em áreas de elevada redução da densidade radiográfica) e fracturas ósseas, principalmente ao nível da cintura escapular e caixa torácica (Parsons & Heffner, 2006).

As causas mais comuns para as massas mediastinais, são: para o mediastino anterior, linfoma, timoma, bócio e teratoma; para o mediastino médio, linfadenopatia, lesões vasculares e tumores traqueobrônquicos; e para o mediastino posterior, neurofibroma, tumores vertebrais, abscessos ou hematomas e neoplasias esofágicas.

Quanto à patologia pulmonar de elevada densidade, esta pode ser causada por preenchimento dos espaços aéreos dos pulmões, o que reflecte a substituição do ar alveolar por água, no caso de edemas, por pus, no caso de pneumonia, ou sangue, caso exista uma hemorragia. Causas menos comuns de patologia do espaço aéreo incluem preenchimento por células malignas, que podem consistir em carcinoma brônquio-alveolar, ou linfoma, e preenchimento por material proteico, como é o caso da proteinose alveolar e silicose aguda. A patologia do espaço aéreo apresenta

normalmente margens pouco definidas, mascarando os vasos pulmonares e tem tendência para se distribuir por segmento ou lobo pulmonar. Este tipo de patologia pode ainda dar origem ao fenómeno do “broncograma aéreo”, um sinal caracterizado pela visualização de brônquios em zonas mais periféricas do pulmão, devido aos segmentos de consolidação pulmonar em volta dos mesmos.

Outra fonte que pode originar zonas pulmonares hiperdensas é a patologia intersticial. Esta reflecte-se através da infiltração aguda ou crónica das estruturas pulmonares e a sua causa mais comum é o edema pulmonar, embora pneumonias virais ou atípicas também possam produzir sinais semelhantes. A patologia intersticial crónica é normalmente resultante de inflamações e fibroses intersticiais não infecciosas ou infiltrações de metástases. As condições clínicas mais regularmente associadas à inflamação intersticial crónica são a exposição a asbestos, sarcoidose, reacções medicamentosas e artrite reumatóide. O edema e inflamação intersticial são traduzidos imagiologicamente por opacidades lineares ou curvilíneas, em oposição aos processos granulomatosos e metástases, que tomam a forma de pequenos nódulos (Jenkins, 2005).

A patologia pulmonar de reduzida densidade é de mais difícil detecção, sendo normalmente diagnosticada quando é generalizada por toda a área pulmonar. Esta está associada a patologia obstrutiva crónica, como o enfisema. A redução generalizada da densidade radiográfica é normalmente acompanhada de sinais de hiperinsuflação, como diafragmas rectificadas ou invertidas e um diâmetro antero-posterior do tórax aumentado.

II.4 Cancro do pulmão

II.4.1 História e epidemiologia

O cancro do pulmão é um dos tumores malignos mais frequentes em todo o Mundo e também um dos mais letais, sendo o de cancro causador de um maior número de mortes. Na Europa, em 2006, foi o terceiro cancro mais incidente, estimando-se que tenha contribuído para 1/5 dos óbitos por cancro (Alves, Bastos, & Lunet, 2009).

Em Portugal, estima-se que no homem a incidência seja de 41,19 por 100.000 habitantes e na mulher de 11,04 por 100.000 habitantes, ocupando o quarto lugar, atrás dos cancros da mama feminina, da próstata e do cólon e tendo-se vindo a verificar um aumento da incidência em cerca de 0,5% por ano.

No que toca à mortalidade, as taxas são de 37,23 por 100.000 habitantes no homem e de 7,9 por 100.000 habitantes na mulher, traduzindo-se em mais de 2800 óbitos por ano. Estes números colocam o cancro do pulmão como segunda causa de morte, após o cancro do cólon, por doença oncológica em Portugal (ACS, 2009).

II.4.2 Factores de risco

O tabagismo é o principal factor de risco para o cancro do pulmão, sendo mesmo considerado uma epidemia. Nos países industrializados é responsável por 70 a 92% das mortes por cancro do pulmão. Em Portugal, as tendências tabágicas estão a mudar, verificando-se uma diminuição das mesmas por parte dos homens, que teve como resultado a estabilização da mortalidade por cancro do pulmão. Já no caso das mulheres, a mortalidade continua a aumentar sem sinal de abrandamento, compensando o decréscimo dos homens. Assim, os valores de mortalidade geral mantêm-se relativamente estáticos (Alves et al., 2009).

Um individuo fumador aumenta o seu risco de incidência de cancro do pulmão em cerca de 15 vezes, relativamente a um individuo não fumador. A probabilidade de

desenvolver carcinoma pulmonar aumenta com o número de cigarros fumados e com a duração do hábito, sendo tanto mais elevada quanto mais precoce a data de início. Em caso de cessação do hábito de fumar, o risco de cancro começa a diminuir imediatamente, mas apenas após 20 anos de abstinência tabágica se aproxima dos não fumadores. Actualmente o tabagismo passivo é também um factor de risco com importância crescente.

Depois do tabagismo, a exposição a cancerígenos ocupacionais é considerada a maior responsável pelo cancro do pulmão. Algumas das substâncias conhecidas como estando associadas a este fenómeno incluem o arsénio, asbestos, níquel, radão e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos.

Algumas doenças respiratórias parecem também predispor ao cancro do pulmão, como a doença pulmonar obstrutiva, a tuberculose e todas as patologias associadas à fibrose pulmonar. A infecção por alguns vírus, como o vírus do papiloma humano ou o vírus Eppstein-Barr, pode estar envolvida na carcinogénese, possivelmente por transmissão de oncogenes víricos para as células hospedeiras (ACS, 2009).

II.4.3 Classificação TNM do cancro do pulmão

O estadiamento do cancro do pulmão é realizado de acordo com a metodologia TNM, que se baseia em critérios lógicos simples e adaptáveis a quase todo o tipo de tumores sólidos, sendo que cada letra representa um critério. O T refere-se ao tamanho e posição do tumor primário, o N à presença e localização de nódulos linfáticos comprometidos e o M à presença de metástases (ACS, 2009). Na tabela Tabela 1 estão esquematizados os vários níveis da metodologia TNM face ao cancro pulmonar.

T	(Tumor primário)
TX	Tumor primário não individualizado ou tumor encontrado pela presença de células malignas na expectoração ou lavado brônquico, mas não visualizado na imagiologia ou por broncoscopia.
T0	Sem evidência de tumor primário.
Tis	Carcinoma in situ.
T1	Tumor ≤ 3 cm de maior comprimento, rodeado por pleura pulmonar ou visceral, sem evidência broncoscópica de invasão para além do brônquio lobar. (i.e., não está no brônquio principal).
T1a	Tumor ≤ 2 cm de maior comprimento.
T1b	Tumor > 2 cm, mas ≤ 3 cm de maior comprimento.
T2	Tumor > 3 cm, mas ≤ 7 cm; ou tumor com qualquer das seguintes características (tumores T2 com estas características são classificadas de T2a se forem ≤ 5 cm): Envolve brônquio principal, ≥ 2 cm distalmente à carina. Invade pleura visceral. Associado com atelectasias ou pneumonite obstrutiva, estendendo-se à região hilar mas sem envolver completamente o pulmão
T2a	Tumor > 3 cm, mas ≤ 5 cm de maior comprimento
T2b	Tumor > 5 cm, mas ≤ 7 cm de maior comprimento
T3	Tumor > 7 cm ou que invade directamente qualquer das seguintes estruturas: Parede torácica (incluindo os tumores do sulco superior), diafragma, nervo frénico, pleura mediastínica, pericárdio parietal; ou tumores do brônquio principal < 2 cm distalmente à carina mas sem envolvimento desta; associados a atelectasias ou pneumonite obstrutiva de todo o pulmão; ou nódulo(s) tumoral(ais) isolado(s) no mesmo lobo.
T4	Tumor de qualquer tamanho que invade qualquer das seguintes estruturas: Mediastino, coração, grandes vasos, traqueia, nervo laríngeo recorrente, esófago, corpo vertebral, carina; nódulo(s) tumoral(ais) isolado(s) noutra lobo ipsilateral.
N	(Nódulos linfáticos regionais)
NX	NX Nódulos linfáticos regionais não foram estudados
N0	N0 Sem metástases em nódulos linfáticos regionais
N1	N1 Metástases presentes em nódulos linfáticos ipsilaterais peribrônquicos e/ou ipsilaterais hilares e nódulos intrapulmonares, incluindo envolvimento por extensão directa.
N2	Metástases no mediastino ipsilateral e/ou nódulo(s) linfático(s) subcarineal(ais)
N3	Metástases no mediastino contralateral, hilar contralateral, escalénio ipsilateral ou contralateral, nódulo(s) linfático(s) supraclavicular(es).
M	(Metástases à distância)
MX	Metástases à distância não foram estudadas
M0	Sem metástases à distância
M1	Metástases à distância
M1a	Nódulos tumorais isolados em lobo contralateral; tumores com nódulos pleurais ou derrame maligno pleural (ou pericárdico)
M1b	Metástases à distância

Tabela 1 - Classificação de estadiamento de tumores pulmonares TNM
(Carvalho et al., 2009)

Esta metodologia é puramente anatómica e reflecte a probabilidade de remoção cirúrgica da totalidade da neoplasia. Factores como a condição cardiorrespiratória, idade, tipo histológico e invasão extracapsular não são

considerados. Já para avaliar a possibilidade de recessão cirúrgica, são considerados todos os factores (Fernandez, Janete, & Zamboni, 2002).

II.4.4 Nódulo solitário do pulmão

Um nódulo solitário do pulmão é definido em termos de imagem radiológica como uma lesão intraparenquimatosa com diâmetro inferior a 3 cm, não relacionada com atelectasia ou adenopatia. Lesões com um diâmetro superior a 3 cm são classificadas como massas pulmonares. Cerca de 90% destes casos são achados radiológicos, detectados de forma inesperada em imagens de exames requisitados para outras situações clínicas. Estes achados surgem em radiografias do tórax, assim como em exames de TC, daí que seja importante a avaliação cuidada destes estudos e não focalizada apenas na patologia da qual se suspeita (Parsons & Heffner, 2006).

Um facto dramático, e que torna o cancro pulmonar tão letal, é o seu diagnóstico tardio, uma vez que sinais ou sintomas do mesmo apenas se manifestam em estados avançados da doença, quando é já por vezes inviável a sua ressecção (Tan, Flaherty, Kazerooni, & Iannettoni, 2003).

Nódulos solitários do pulmão são detectados em aproximadamente 0,2% das radiografias do tórax e as principais entidades às quais estão associados são o granuloma, o carcinoma broncogénico, o hamartoma (neoplasia pulmonar benigna) ou a metástase solitária. A avaliação radiológica tem o papel de definir a lesão como benigna, que não requer outro tipo de avaliação, ou como potencialmente maligna, requerendo acompanhamento clínico (Parsons & Heffner, 2006).

A fase inicial de avaliação de um nódulo consiste na comparação dos últimos exames radiológicos com anteriores. Um crescimento nulo ao longo de um período de tempo de 2 anos é um indicador seguro de benignidade (Mott, Goodwin, Harsora, & Sanni-Thomas, 2007). Caso não existam exames anteriores, o nódulo deve ser estudado quanto ao seu tamanho, margens, densidade e homogeneidade, pesquisando-se pela presença de calcificações ou tecido adiposo. Este estudo é normalmente feito recorrendo ao uso de TC. Nódulos com mais de 3 cm de diâmetro têm uma grande probabilidade de malignidade e devem ser sujeitos a biópsia. Da

mesma forma, um nódulo lobulado ou com margens espiculadas é igualmente sugestivo de malignidade. Padrões benignos de calcificação num nódulo com margens bem definidas incluem calcificações completas, centrais, laminadas e *popcorn*. Embora numa radiografia do tórax seja normalmente reconhecível um padrão benigno de calcificação, é normalmente feita uma avaliação definitiva por TC (Parsons & Heffner, 2006).

Em detrimento de toda a avaliação feita, por vezes a origem do nódulo mantém-se indeterminada. Neste caso, existem algumas opções disponíveis. Em alguns pacientes, o mais apropriado é obter um diagnóstico imediato através de ressecção cirúrgica ou biópsia percutânea. Para nódulos com tamanho superior a 7mm é também possível recorrer à tomografia por emissão de positrões combinada com TC (PET-CT) para determinar se o nódulo está metabolicamente activo, no entanto, nem todos os tipos de nódulo se expressam neste exame (Jeong, Yi, & Lee, 2007).

II.5 Interpretação de radiografias do tórax

II.5.1 Processo de produção de um relatório em imagiologia

Um relatório imagiológico consiste numa opinião clínica, em oposição a uma medida de avaliação quantitativa. Para esta opinião ser formulada, existem alguns passos essenciais, que tornam possível a avaliação de casos passíveis de serem interpretados por profissionais que não os médicos radiologistas. Abaixo são descritos os passos comuns ao relatório médico e ao relatório descritivo (RCR, 2006).

O primeiro passo deste processo é a compreensão da informação clínica. O médico requisitante deve ter como boa prática o fornecimento de informação clínica relativa às suas suspeitas ou outros indicadores relevantes para a interpretação da imagem, através da respectiva requisição do exame. Por outro lado, o profissional que relata o estudo imagiológico deve compreender a informação explícita, assim como implícita, nos dados clínicos que lhe foram providenciados. Isto inclui conhecimento da patologia, a relevância de quaisquer resultados de outros exames e ainda da sintaxe médica e abreviaturas.

Outro item importante na interpretação de uma imagem é a avaliação da sua qualidade. Os conhecimentos do profissional que relata os estudos imagiológicos devem permitir-lhe saber se as imagens adquiridas são aceitáveis e possibilitam o diagnóstico das condições de que se suspeita. Estudos com imagens de fraca qualidade ou insuficientes irão afectar a precisão do diagnóstico, sendo por vezes necessário requisitar novos exames ao paciente em causa para esclarecimento de dúvidas ou indicar algumas ressalvas no relatório.

Passando à observação dos estudos, é necessário em primeiro lugar verificar a identificação do paciente, assim como o tipo e a data dos exames, para assegurar que se tratam das imagens correctas. De seguida deve-se fazer uma observação cuidada da imagem propriamente dita, de uma forma geral, ou na pesquisa de achados específicos. Daqui devem ser extraídas conclusões como imagem sem achados, achados anómalos inequívocos, achados que podem ser normais ou anómalos e achados de variantes da normalidade.

Numa abordagem mais detalhada, devem ser reavaliados quaisquer achados, na procura de características como a sua forma, contorno e densidade, na tentativa de formular uma opinião acerca da malignidade do achado, que pode ser um processo patológico activo, ou simplesmente um achado relacionado com a idade do paciente, um artefacto, ou até uma patologia antiga. Os achados que forem considerados malignos devem ser escrutinados de forma a diminuir as hipóteses de diagnóstico diferencial.

Para o relatório médico final, existem outros passos, como a interpretação médica com vista à decisão clínica, com recurso à correlação com a sintomatologia, o resultado de outros exames e quaisquer outras ferramentas clínicas que permitam estabelecer um diagnóstico diferencial.

II.5.2 Algoritmo de análise para radiografias do tórax

A interpretação de uma imagem radiológica é um processo que deve ser realizado sistematicamente, de forma a reduzir a probabilidade de falhas na detecção

de patologia e provendo o observador de um pensamento estruturado que lhe garante uma maior segurança no diagnóstico.

Os métodos de análise descritos na literatura são muito semelhantes, havendo por vezes variações na ordem lógica pela qual se abordam as estruturas. Um destes métodos descritos (Corne & Pointon, 2010), e que segue uma fórmula muito simples, de analisar estruturas:

1. Campos pulmonares:

Verificar e comparar o volume de ambos os pulmões e procurar sombras discretas ou generalizadas na imagem. Os pulmões devem ter um grau de penetração equivalente, traduzido por uma radiotransparência semelhante. Seguidamente identificar a fissura horizontal e verificar a sua posição, que se deve estender desde o hilo até à sexta costela na linha axilar. Alterações nesta fissura podem indiciar colapso pulmonar.

2. Hilos pulmonares:

O hilo esquerdo deve estar ligeiramente elevado em relação ao direito (cerca de 2,5 cm) e devem ter forma idêntica.

3. Silhueta cardíaca:

O coração deve ter uma forma regular e o seu diâmetro máximo deve ser menos de metade do diâmetro máximo do maior hemitórax. Verificar que não existem áreas com variações de densidade suspeitas.

4. Restante mediastino:

O mediastino deve estar claramente delimitado. Apenas é admissível uma ligeira falta de definição do bordo inferior, em qualquer outro local poderá indiciar problemas com o pulmão mais próximo;

5. Diafragmas:

O diafragma esquerdo deve estar ligeiramente mais elevado, relativamente ao direito, no entanto não mais que 3 cm. Os contornos do diafragma devem ser bem definidos;

6. Ângulos costofrénicos:

Devem ser ângulos agudos bem definidos e de forma afilada.

7. Traqueia:

Deve estar posicionada centralmente, mas com um ligeiro desvio para a direita.

8. Estruturas ósseas:

Observação mais próxima da imagem, olhando especificamente para a zona escapular, costelas e vértebras, seguindo os contornos de cada osso individualmente na procura de fracturas e outro tipo de patologia óssea. Por vezes rodar a imagem para um dos lados facilita a detecção de fracturas. Comparar a densidade óssea, que deve ser equivalente bilateralmente.

9. Tecidos moles:

Procurar tecidos moles com alterações de tamanho ou densidade, prestando especial atenção a estruturas com dimensões aumentadas.

10. Região inferior ao diafragma:

Procurar ar na região inferior ao diafragma ou zonas do intestino com dilatações muito óbvias.

II.5.3 Sensibilidade e especificidade do técnico de Radiologia

O técnico de Radiologia, ao ter um papel, ainda que complementar, na interpretação de exames imagiológicos, tem uma responsabilidade acrescida, pelo que é necessário aprofundar até que ponto as suas habilitações lhe permitem ter um nível de actuação adequado às expectativas das instituições de saúde.

Um estudo com a duração de 6 meses, abordou casos de pacientes em situação de pré e pós-operatório, tendo sido realizadas 8614 radiografias do tórax durante este período, e utilizou um sistema *Red Dot* para sinalização de anomalias. Através de uma auditoria realizada posteriormente, tendo em conta os relatórios de médicos radiologistas, concluiu-se que a sensibilidade e especificidade dos técnicos de Radiologia foram de 90% e 99%, respectivamente. Traduzindo em números reais, em 464 radiografias que foram sinalizadas com contendo patologia, 100 foram sinalizadas

inapropriadamente. Das restantes 8150 que não foram sinalizadas, 38 possuíam alterações da normalidade. Este estudo concluiu que a interpretação dos técnicos de Radiologia, de um modo geral, é confiável, uma vez que em apenas 0,5% dos casos algum tipo de alterações ficou por detectar (Sonnex, Tasker, & Coulden, 2001).

Foram também realizados outros estudos para avaliação das capacidades dos técnicos de Radiologia neste âmbito, ainda que a um nível mais geral, abordando também o sistema músculo-esquelético, nos quais foram atingidas precisões entre os 87% e os 98%. Alguns destes estudos fazem a comparação entre a precisão dos técnicos de Radiologia e dos médicos não especialistas em radiodiagnóstico. Nestes, é possível verificar que a precisão dos médicos é ligeiramente superior, no entanto, estes tendem a detectar patologia diferente daquela que os técnicos de Radiologia detectam. Através destes dados, conclui-se que, o contributo dos técnicos pode ajudar a diminuir o número de pacientes aos quais não é diagnosticada a sua patologia (Radovanovic & Armfield, 2005).

Para que a interpretação seja feita com maior precisão, para além da experiência é também necessário um programa de formação e treino, uma vez que vários estudos já comprovaram que estes podem ter um impacto significativo no desempenho dos técnicos de Radiologia, embora, em última análise, o empenho no desenvolvimento contínuo de competências de cada profissional seja o principal factor de sucesso (Sonnex et al., 2001).

II.6 Controlo de qualidade de imagem em Radiologia

II.6.1 Boas práticas de realização da radiografia do tórax

Os factores técnicos e de exposição utilizados na realização de exames imagiológicos são determinantes para um exame de qualidade. A correcta avaliação de um estudo imagiológico está sempre dependente da qualidade do mesmo, uma vez que uma técnica incorrecta ou factores de exposição inadequados podem mascarar sinais de patologia que seriam facilmente detectáveis numa radiografia realizada correctamente (Busch, 2004).

Segundo as *guidelines* europeias, os factores técnicos recomendados para a realização da radiografia do tórax em projecção frontal são uma distância foco-filme entre 1,40 metros e 2 metros, tendo em consideração que uma maior distância irá melhorar a nitidez da imagem, uma vez que atenua distorções geométricas derivadas da forma do feixe de raios-X, assim como a angulação deve ser perpendicular ao filme. O *gold standard* para execução do exame dita que o paciente deve estar em posição ortostática e o feixe de raios-X deve penetrar na região posterior e emergir na região anterior do paciente, primariamente para evitar uma projecção ampliada do coração e das clavículas, que dificultam a interpretação das estruturas mediastinais e dos ápices pulmonares. Para além disso, a aquisição da imagem deve ser feita em apneia inspiratória, de forma a minimizar a distorção e a obter uma imagem dos pulmões completamente distendidos, sendo este um factor essencial para a sua correcta avaliação. Algumas das possíveis falhas inerentes a uma má prática radiográfica, e que podem mascarar sinais de patologia, são a não inclusão da totalidade dos campos pulmonares, a fraca inspiração, o posicionamento oblíquo do paciente, a projecção das omoplatas nos campos pulmonares e artefactos causados por objectos.

Os factores de exposição recomendados para um contraste e densidade óptimos são, para pacientes padrão (70+/-3kg e \cong 170cm), uma voltagem entre 100 e 120 kV e um conjunto de corrente eléctrica do tubo de raios-X e tempo de exposição de cerca de 5 mAs, reduzindo ao mínimo (cerca de 0,05 segundos) o tempo de exposição, de forma a minimizar os artefactos de movimento causados pelo batimento cardíaco. A espessura focal deve ser inferior a 1,2 mm, de forma a maximizar a definição dos contornos dos vasos sanguíneos pulmonares, uma vez que são estruturas de pequena dimensão. Devido à elevada voltagem utilizada, o uso de grelha anti-difusora é essencial para que a qualidade da imagem seja superior, de outro modo a radiação dispersa a atingir o receptor de imagem seria elevada, diminuindo a definição geral da imagem (EUR16260, 1996).

O conjunto de todos estes factores, aplicados correctamente, aumenta a qualidade da imagem adquirida e conseqüentemente a qualidade do diagnóstico, pelo que devem ser seguidos sempre que possível, sendo, no entanto, necessário ter em

conta situações excepcionais e adaptar a técnica às limitações ou características inerentes a cada paciente (Chen-Yuan & Cleeff, 2008).

II.6.2 Critérios de qualidade da radiografia do tórax

Para uma análise consistente da radiografia do tórax de frente em PA, existem critérios de qualidade a ter em conta na realização do exame. As *guidelines* europeias estabelecem os seguintes critérios:

- Inspiração profunda com suspensão da respiração durante a aquisição da imagem, que pode ser aferida através do número de costelas visíveis acima do diafragma, que devem ser 6 anteriormente ou 10 posteriormente;
- Reprodução simétrica do tórax, demonstrada através da posição das clavículas;
- Omoplatas projectadas fora dos campos pulmonares;
- Boa visualização de toda a caixa torácica acima do diafragma;
- Visualização nítida das estruturas vasculares em toda a área pulmonar;
- Visualização nítida da traqueia e brônquios proximais, dos contornos do coração e da aorta, do diafragma e ângulos costofrénicos;
- Visualização da área pulmonar retrocardíaca;
- Visualização da coluna através da sombra cardíaca;

Todos estes critérios podem ser verificados através da visualização da imagem obtida, tendo em conta o posicionamento das estruturas, como é indicado para cada parâmetro (EUR16260, 1996).

Estes critérios, para além de terem sido considerados como óptimos para a correcta interpretação da imagem, são importantes como forma de padronização dos estudos imagiológicos, uma vez que, caso não estivessem definidos, a variabilidade da

técnica poderia também induzir erros na interpretação feita por médicos de diferentes instituições.

II.7 Conclusões

As neoplasias do pulmão são uma das principais causas de mortalidade por doença oncológica e sendo a radiografia do tórax a técnica de 1ª linha para avaliação e *follow-up*, tendo assim um papel crucial no diagnóstico e avaliação de doentes com esta patologia. Ao nível dos cuidados primários de saúde, são por vezes detectados, como achados radiológicos, nódulos solitários do pulmão. Este tipo de achados é por vezes de muito difícil detecção, podendo passar despercebido aos olhos de um médico não especialista, que, em muitas situações, como os pacientes não apresentam sintomas indiciadores deste tipo de patologia, não procuram escrupulosamente por estes achados imagiológicos.

Os técnicos de Radiologia, que têm como principal competência a execução de um exame com um nível de qualidade óptimo, podem ter aqui um novo papel, concentrando a sua atenção também na detecção deste tipo de patologia ao nível do tórax. À medida que o número de observadores aumenta, a probabilidade destes achados não serem detectados diminui, contribuindo para um diagnóstico atempado da doença, o que por sua vez aumenta a probabilidade de sucesso do tratamento.

CAPÍTULO III. Sistemas de informação na área da Radiologia

Neste capítulo serão abordados os sistemas de informação actualmente disseminados a larga escala na área da Radiologia, assim como alguns *standards* utilizados no tratamento da informação gerada quer por equipamentos radiológicos, quer por outros sistemas de informação em saúde, como é o caso dos *standards* de terminologia médica.

Do ponto de vista da criação de sistemas de informação em saúde, serão descritas as principais metodologias de desenvolvimento de sistemas de informação em geral, assim como alguns métodos que podem ser aplicados ao desenvolvimento de sistemas de informação em saúde, que têm algumas particularidades e necessidades específicas ao nível da interacção homem-máquina.

III.1 Norma *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)* e os sistemas de visualização de imagens médicas

A norma DICOM surgiu da necessidade de normalização da forma de transmissão de imagens médicas, geradas através de equipamentos de diagnóstico médico, nomeadamente pelos profissionais da área da Radiologia. O seu desenvolvimento incidiu inicialmente na normalização da terminologia utilizada, estruturação da informação adquirida e na sua codificação própria como um novo formato de ficheiros. Actualmente, na sua versão 3.0, a norma especifica protocolos de transferência e está estruturada como um documento de várias partes, para facilitar o seu desenvolvimento contínuo. O DICOM define ainda objectos de informação não só para imagens, como também para dados dos pacientes, dos estudos efectuados e relatórios, entre outros, de forma a facilitar o fluxo de informação entre os diversos sistemas com que interage (DICOM., 2012).

Com a cooperação dos principais fornecedores de equipamentos radiológicos e sistemas de informação relacionados, a norma DICOM está espalhada por todo o mundo, sendo universalmente aceite como o *standard* para qualquer sistema que interaja com imagens médicas.

Nos ficheiros DICOM, as imagens são, mais comumente, codificadas utilizando o formato *Joint Photographic Experts Group (JPEG)*, no entanto, não são acessíveis através dos visualizadores de imagens comuns. Para este tipo de imagens, existem visualizadores especializados, normalmente com funcionalidades muito específicas da área do processamento de imagem médica e adequadas à modalidade para a qual são projectados. As funcionalidades disponíveis podem ir das mais comuns, como a visualização dos cabeçalhos de informação, a alteração do brilho e contraste da imagem e operações geométricas de ampliação e rotação, até à visualização cinemática de uma série de imagens, visualização 3D de uma pilha de imagens, entre outras mais avançadas e específicas das diferentes modalidades de imagem (Graham, Perriss, & Scarsbrook, 2005).

III.1.1 DICOM *Structured Reporting (SR)*

As classes SR da norma DICOM foram concebidas para permitir a transmissão e armazenamento de resultados clínicos através dos ficheiros DICOM. Estas, para além de suportarem os relatórios tradicionais em texto livre, têm como principal vantagem a possibilidade de guardar informação estruturada hierarquicamente, como é exemplificado nas figuras Figura 1 - Exemplo de árvore SR de um achado clínico e Figura 2 - Exemplo de árvore SR de um relatório completo, em pares de valores, aumentando a precisão, clareza e valor da informação clínica.

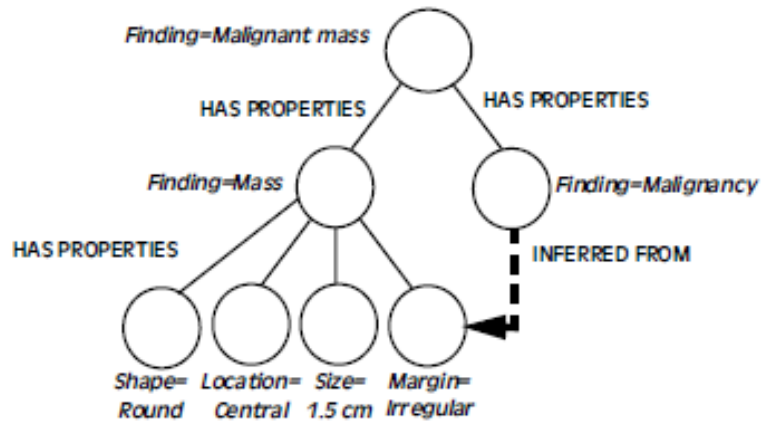


Figura 1 - Exemplo de árvore SR de um achado clínico (Clunie, 2000)

Todas as informações são guardadas em itens individuais com uma estrutura “nome-valor”. Os valores podem ser de vários tipos, como, por exemplo:

- Texto simples;
- Valores codificados;
- Valores numéricos (com a unidade respectiva);
- Nomes de pessoas, datas e horas;
- Referências de imagens e representações gráficas;
- Coordenadas espaciais e temporais relativas a objectos referenciados.

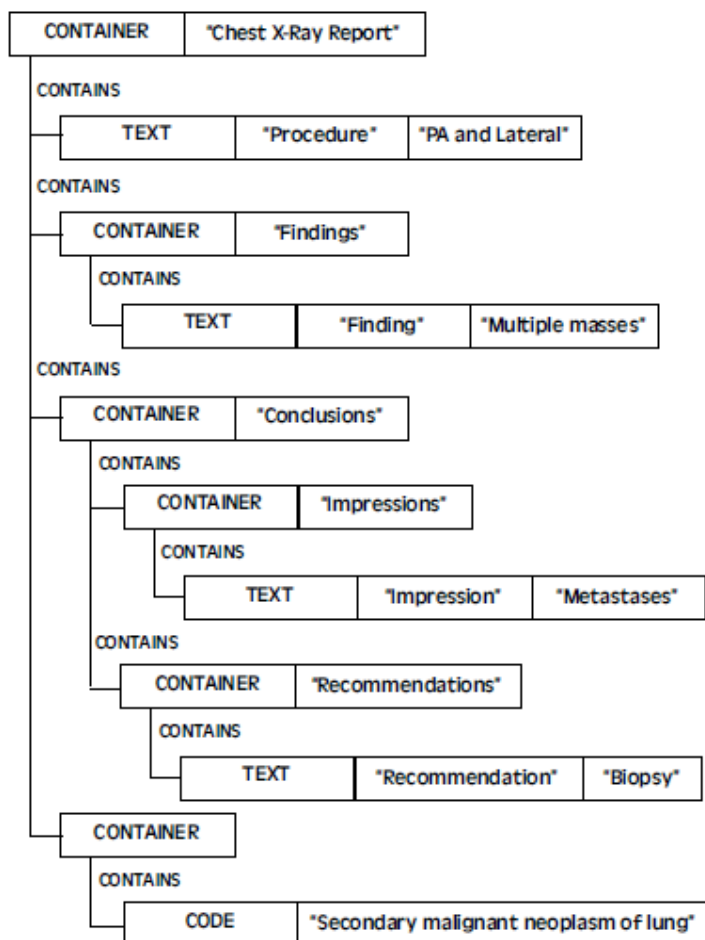


Figura 2 - Exemplo de árvore SR de um relatório completo (Clunie, 2000)

Dentro dos valores codificados, a norma DICOM permite que seja especificado o código e o respectivo dicionário de terminologia a que se refere, como é visível na figura Figura 3. Desta forma, aumenta-se a flexibilidade e liberdade de utilização de qualquer um dos dicionários disponíveis (Clunie, 2000).

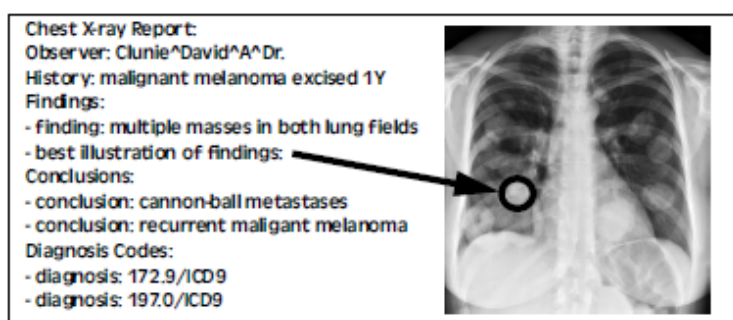


Figura 3 - Exemplo de transcrição de um relatório DICOM SR (Clunie, 2000)

Para além de ser introduzida informação clínica, é ainda possível associa-la a imagens particulares, dentro de um conjunto de imagens de um exame, e, mais especificamente, a coordenadas concretas dessas imagens. Com este aspecto muito particular, a norma DICOM promove uma solução para ultrapassar o fosso que existe entre os sistemas de imagem e os sistemas de informação textual (Hussein, Engelmann, Schroeter, & Meinzer, 2004).

Ao nível da Radiologia, a norma DICOM é aceite universalmente e todos os sistemas são desenvolvidos de acordo com a mesma, de forma a garantir a sua interoperabilidade. Os sistemas mais comuns são os PACS, que realizam a gestão e armazenamento das imagens médicas, e os RIS, que gerem a informação relativa aos processos do fluxo de trabalho dentro de um serviço de Radiologia (Robertson & Saveraid, 2008).

III.2 *Picture Archiving and Communication Systems (PACS) e Radiology Information Systems (RIS)*

Um RIS é um sistema de informação desenhado para ser um meio facilitador de todo o fluxo de trabalho de um departamento de Radiologia, assim como para, em segunda instância, permitir a análise de dados do serviço. É ainda um repositório de informação e relatórios dos pacientes, estando normalmente integrado com um registo electrónico de pacientes, caso este exista.

Com a evolução dos RIS/PACS, a sua aplicação foi alargada a outras especialidades imagiológicas, como a medicina nuclear, a radioterapia e endoscopia, entre outros. Este tem um vasto leque de requisitos funcionais, que seguem um conjunto de normas e *standards*, para uma máxima compatibilidade e fácil integração com outros sistemas. Algumas das principais funcionalidades que os RIS oferecem são o agendamento de exames ou consultas, gestão de agendas de trabalho, registo de

informações adicionais relativas a um procedimento, controlo de stocks e diversas formas de realizar o relatório de um exame (RCR, 2008).

Os RIS têm a possibilidade de estarem integrados com um PACS, que faz a gestão das imagens médicas, fazendo uso de uma rede informática hospitalar. O PACS permite o armazenamento de imagens médicas numa base de dados, assim como o acesso às mesmas, que são transmitidas através da rede informática para os sistemas que lhes acedem, para serem visualizadas ou processadas para efeitos de diagnóstico (Hood & Scott, 2006). De notar que, os RIS e os PACS podem ter funcionalidades que se sobrepõem, devendo ser feita uma gestão inteligente das mesmas aquando da sua integração, de forma a manter um fluxo de trabalho consistente e eficiente.

Os benefícios que advêm da implementação destes sistemas são muitos, como é o caso do aumento da produtividade e eficiência dos serviços de imagiologia, a disponibilidade imediata das imagens em qualquer local, a diminuição do tempo de recolha das imagens e da realização dos relatórios, a gestão do uso dos equipamentos de aquisição de imagem mais eficiente e a melhoria do fluxo de trabalho geral do serviço, com um impacto muito positivo nos serviços prestados ao pacientes (Aldosari, 2012).

III.3 Standards de terminologia em saúde

Para retirar o máximo partido dos sistemas de informação em saúde, os dados criados pelos mesmos devem poder ser transmitidos de forma natural, com significado próprio e assim poderem ser utilizados de forma efectiva (Bowman, 2005). Para que isto seja possível, o texto livre com linguagem natural deve ser minimizado. Actualmente, os *standards* de terminologia em saúde são a solução mais utilizada para ultrapassar este tipo de barreiras de interoperabilidade semântica. Um *standard* de terminologia médica serve primariamente como um dicionário de vocabulários controlado e sistematizado que pode ser utilizado para a introdução de dados, de

forma que a informação seja partilhada de forma precisa e com significado entre sistemas de informação (CHCF, 2004).

Como benefícios do uso destes *standards*, para além da interoperabilidade, estes viabilizam do uso de sistemas de apoio à decisão e facilitam a recolha de dados para gestão de custos, investigação e estudos estatísticos, como por exemplo, variações nos cuidados de saúde, tendências e problemas de saúde de uma população, entre outros (Spackman & Elevitch, 2004). O principal inconveniente do uso destes *standards* é a dificuldade de adaptação dos profissionais de saúde que os utilizam, uma vez que a terminologia utilizada é normalmente pouco familiar e pouco natural.

Alguns dos mais utilizados *standards* de terminologia clínica em saúde são o *International Classification of Diseases (ICD)* e o *Systematized Nomenclature of Medicine - Clinical Terms (SNOMED-CT)*. Embora de diferente índole, ambos possuem vocabulário controlado, classificação hierárquica de patologia, etiologias e tratamentos de saúde. Todas estas expressões são controladas através de códigos associados a cada item. Desta forma, para além de ser possível agregar os dados criados de acordo com os códigos e a hierarquia, é também ultrapassada a barreira linguística que separa vários países, podendo cada país definir os termos a utilizar e estes serem posteriormente mapeados para outras línguas através dos códigos que lhes estão associados. De notar que estes dois *standards* de terminologia foram criados para servirem propósitos diferentes, existindo diferenças substanciais entre os dois, não só ao nível das expressões, como da forma como estão estruturados e consequente flexibilidade (Bowman, 2005).

Embora estes *standards* tenham dado um grande contributo nesta área, existe ainda um longo caminho a percorrer até à interoperabilidade semântica total, principalmente por parte dos sistemas de registo de saúde electrónico, que carecem de normalização ao nível da estruturação de dados clínicos.

III.3.1 *International Classification of Diseases (ICD)*

O ICD é a o *standard* de terminologia da Organização Mundial de Saúde e o *standard* mais utilizado a nível mundial. Actualmente é utilizado para estatística

relativa à morbidade e mortalidade, apoio à decisão e sistemas de facturação e reembolso (Bowman, 2005). O uso do ICD permite a recolha, processamento e classificação de dados para estatística a nível internacional. Actualmente está na sua versão 10 (ICD-10) e prevê-se que seja lançada a nova versão (ICD-11) em 2015. Esta versão está em uso em sistemas de informação integrados no sistema nacional de saúde português (Pereira, Giest, Dumortier, & Artmann, 2010).

A hierarquia e forma de codificação do ICD-10 funcionam por categorias com sub-níveis, sendo que em cada categoria são agrupados conjuntos de patologia similar. Por exemplo, *“Acute myocardial infarction”* tem o código 121 e *“Acute transmural myocardial infarction of anterior wall”* tem o código 121.0. Este tipo de terminologia é chamado de *“classificação administrativa”* e consiste num conjunto de categorias exclusivas que agregam dados com um nível de granularidade pré-definido de acordo com um propósito específico (Park & Hardiker, 2009).

III.3.1.1 *International Classification of Primary Care (ICPC)*

O ICPC, como o nome indica, é uma adaptação do ICD para uso em cuidados primários de saúde e surgiu de um entendimento entre a Organização Mundial de Saúde e a Organização Mundial dos Médicos de Família. Esta resultou da necessidade dos profissionais envolvidos nos cuidados primários de saúde utilizarem uma linguagem comum a nível internacional e, como tal, reflecte as especificidades inerentes à prestação deste tipo de cuidados.

A adaptação, para simplificar a classificação das expressões, dividiu-as apenas por sistemas anatómicos, dando primazia à localização em relação à etiologia, de forma a evitar a repetição de termos nos vários capítulos. No contexto dos cuidados primários de saúde há ainda a considerar que existem factores a considerar para além da doença, factores esses que também condicionam a pessoa e a sua saúde. No sentido de adequar o *standard* a este tipo de situações, os capítulos vão além dos órgãos e sistemas do corpo humano, como no caso do *“psicológico”*, *“gravidez, parto e planeamento familiar”* e *“problemas sociais”*. Dentro de cada um destes capítulos, existem diferentes componentes, como *“procedimentos”*, *“sinais/sintomas”*,

“infecções”, “neoplasias”, “traumatismos”, “anomalias congénitas” e “outros diagnósticos” (ACSS, 2011).

A estrutura do ICPC, embora seja uma adaptação minimalista do ICD, é considerada bastante racional e abrangente, contendo uma considerável especificidade e uma forma de manuseamento muito simples, até quando utilizada em sistemas manuais.

III.3.2 SNOMED-CT

O SNOMED-CT é um *standard* com informação médica organizada de forma sistemática e processável por computador que aborda a maioria das áreas relativas a informação clínica, como é o caso de doenças, achados médicos, procedimentos, etc. Este *standard* de terminologia assume-se como multidisciplinar, sendo utilizado actualmente em diversos países e é ainda considerado como o *standard* de terminologia médica mais extensivo, abordando categorias como patologia, achados médicos, etiologias, procedimentos, organismos vivos e resultados clínicos, entre outros (Patrick, Wang, & Budd, 2006).

Este *standard* está organizado em 19 hierarquias com vários níveis de granularidade. Cada hierarquia agrupa termos relativos a categorias como procedimentos, achados, estruturas anatómicas, etc. Em cada hierarquia, existem relações de parentesco chamadas de “*Is-A*” (“é um”, em português), onde uma classe é uma subclasse de outra classe. Por exemplo, “*Verification of allergy status (procedure)*” tem uma relação “*Is-A*” com a expressão “*Verification routine (procedure)*”. Uma expressão pode ser também ser composta por membros de várias hierarquias. Por exemplo, “*Lumbar discitis (disorder)*” é constituído pelo local do achado “*Structure of lumbar intervertebral disc (body structure)*” e pela morfologia associada “*Inflammation (morphologic abnormality)*”. Para além disso, o SNOMED-CT tem ainda uma propriedade de ordenação de termos que permite formar expressões mais complexas através da adição de termos básicos. Por exemplo, pode associar-se ao termo “*headache*” a localização “*frontal region*”, “*left sided*” e ainda referir que é

“severe”, tudo isto numa só expressão (Park & Hardiker, 2009). Este tipo de terminologia é chamado de “terminologia de referência” e permite uma organização e agregação de informação clínica mais complexa (Bowman, 2005).

III.4 Informação clínica e relatório médico estruturado

Embora não existam regras universalmente aceites para a realização de um relatório imagiológico, alguns estudos consideram que uma estruturação ordenada e consistente dos relatórios pode trazer vantagens, especialmente para os médicos prescritores, uma vez que a familiarização com um formato específico seria um meio facilitador na assimilação da informação providenciada, em contraposição ao estilo livre e pessoal de cada médico radiologista. A separação em categorias sugerida abordaria a informação clínica, a técnica radiográfica utilizada, os achados presentes nas imagens, uma conclusão e ainda sugestões de procedimento. Esta tarefa pode ser executada através de sistemas de informação desenvolvidos tendo em conta este tipo de edificação.

Outro meio facilitador da análise, quer humana, quer automatizada, dos relatórios produzidos, é o “relatório estruturado”, um conceito que está a ser desenvolvido de forma a acelerar o processo de relatar os exames, assim como o de aceder à informação produzida. No “relatório estruturado”, a informação é sistematizada de acordo com *standards* e apresentada de forma clara e organizada, sendo pedido ao utilizador que insira atributos, como o tamanho ou localização, para cada achado relatado, conforme a sua natureza. Este tipo de abordagem traria vantagens a nível de auditoria, ensino, investigação, estudos comparativos e ainda na interacção com sistemas de apoio à decisão, devido à facilidade de acesso a dados específicos. O “relatório estruturado” tem normalmente um formato modular, com secções bem definidas e uma sistematização dos estudos imagiológicos de acordo com *templates* ou *checklists*, fazendo uso de linguagem e léxico médico de acordo com *standards* bem definidos. Para além da informação estritamente relacionada com o

diagnóstico, são ainda abordados parâmetros técnicos, medições, anotações e informações adicionais, que são também guardados de forma integrada com o resto da informação (ESR, 2011).

Para testar a aceitabilidade e rapidez de execução de um “relatório estruturado”, com vista à melhoria da comunicação entre os médicos prescritores, foi realizado um estudo com médicos radiologistas e endocrinologistas, tendo como base ecografias da tiróide. Através da comparação dos dois métodos, conclui-se que o “relatório estruturado” conseguiu reduzir o tempo médio despendido a relatar cada exame. Para os exames da tiróide com nódulos, a média de tempo passou de 8,71 minutos para 6,08 minutos e, para os exames sem nódulos, passou de 4,54 minutos para 3,67 minutos. Quanto à aceitabilidade do sistema por parte dos profissionais envolvidos, tanto os médicos radiologistas, como os médicos endocrinologistas, preferiram o sistema de “relatório estruturado”, comparativamente com o sistema de texto livre, sendo consensual que a transmissão da informação tinha sofrido melhorias (Barbosa et al., 2010).

III.5 Abordagens de desenvolvimento de sistemas de informação na área da saúde

Os métodos de desenvolvimento de sistemas de informação foram criados para dar resposta à alta complexidade do processo de desenvolvimento de *software*. Dentro da área da saúde, os sistemas de informação têm como objectivo o apoio às mais variadas actividades organizacionais, desde uma vertente económica até ao suporte de dados clínicos e processamento inteligente dos mesmos. Estes métodos têm vindo a evoluir ao longo do tempo, adaptando-se à realidade actual (Avison & Fitzgerald, 2003).

O desenvolvimento de sistemas de informação é um processo que segue uma série de actividades estruturadas, passando da recolha de informação e definição de requisitos, pelo desenho e ainda a implementação, operação e manutenção do

sistema. Este conjunto de actividades bem definidas tem como objectivo aumentar a produtividade da equipa que desenvolve o sistema, assim como garantir uma maior qualidade do produto final através do controlo de todo o processo de desenvolvimento (Pressman, 2010).

III.5.1 Metodologias de desenvolvimento de sistemas

III.5.1.1 Desenvolvimento sequencial

Um sistema pode ser desenvolvido de acordo com um ciclo sequencial linear, no qual o projecto é dividido em fases consecutivas, dando grande ênfase ao planeamento, prazos limite, orçamentos e implementação do sistema final, de uma só vez. Todos estes aspectos são controlados através de documentação escrita e processos de revisão e aprovação das diversas fases, sendo no entanto opcional que ocorra em todas as fases.

O mais conhecido exemplo de um paradigma de desenvolvimento sequencial é o Modelo em Cascata. Genericamente, este modelo é constituído pelas fases de especificação de requisitos, análise, desenho do sistema, codificação e desenvolvimento, teste e implementação (Pressman, 2010). Cada um destes passos só pode ocorrer após o anterior estar totalmente concluído.

As vantagens deste tipo de ciclo prendem-se com toda a atenção dada à planificação do sistema, que facilita o trabalho a equipas com menor experiência ou que sofrem alterações constantes, por outro lado o seu formato sequencial facilita a criação de documentação consistente e ajuda a garantir a qualidade e sustentabilidade do sistema. Estas vantagens fazem com que se adequem a projectos complexos, sendo no entanto fulcral que exista um conhecimento exaustivo dos requisitos e objectivos do projecto. Os aspectos negativos deste tipo de ciclo são a sua inflexibilidade, morosidade e elevado custo associado, assim como o fosso entre os utilizadores e a equipa de desenvolvimento, o que leva a que alguns problemas sejam detectados em fases tardias (CMS, 2005).

III.5.1.2 Desenvolvimento evolutivo

O desenvolvimento evolutivo de sistemas consiste na construção de versões sucessivas de um sistema, através de um processo estruturado. Esta abordagem tem uma índole linear e iterativa, uma vez que, tal como o desenvolvimento sequencial, tem uma série de fases bem definidas, no entanto, estas não são rígidas, possibilitando diversas iterações em cada uma delas, até se obterem resultados que respondam a todos os requisitos. De notar que estes requisitos podem também ser redefinidos em cada iteração, consoante o conhecimento adquirido durante a mesma (Pressman, 2010).

Um dos paradigmas de desenvolvimento mais conhecidos e que segue este tipo de ciclo de desenvolvimento é o Modelo em Espiral. Este modelo tem como princípios a divisão dos projectos por segmentos de menor dimensão, de forma a reduzir o risco e aumentar a flexibilidade do processo de desenvolvimento. Cada ciclo envolve a passagem pela mesma sequência de passos, para cada uma das partes ou funcionalidades delineadas para o produto. Os quatro passos chave do Modelo em Espiral são a determinação de objectivos, avaliação de alternativas e risco associado, desenvolvimento e teste do novo produto e, por fim, o planeamento da nova fase.

Esta aproximação, embora tenha como objectivos a redução de riscos e aumento da flexibilidade de desenvolvimento, tem um elevado grau de complexidade de implementação, uma vez que é fundamental o planeamento e gestão contínua dos ciclos de desenvolvimento, dado que cada ciclo pode gerar trabalho para o ciclo seguinte indefinidamente, o que não é desejável (CMS, 2005).

III.5.1.3 Desenvolvimento incremental

O desenvolvimento incremental é em tudo semelhante ao evolutivo, no entanto, as novas versões do sistema não são desenvolvidas novamente a partir do zero, mas sim tendo como base as versões anteriores. Dentro deste tipo de aproximação estão incluídos os métodos de desenvolvimento rápidos e outros métodos tradicionais com recurso a técnicas como a prototipagem (Pressman, 2010).

III.5.1.4 Prototipagem

A prototipagem não é considerada uma metodologia de desenvolvimento completa, mas sim um complemento, com características muito particulares, aos métodos de desenvolvimento convencionais. Esta abordagem consiste na construção de uma aproximação ou representação do sistema final, ou partes dele, com o intuito de permitir a sua visualização e experimentação por parte dos utilizadores antes da sua implementação. Um protótipo é, portanto, uma versão experimental de um sistema, criada de forma simples e rápida. Depois de construída uma primeira versão do protótipo, esta é testada por potenciais utilizadores e vão sendo introduzidas melhorias e novas funções, nas versões seguintes, repetindo-se esta iteração até que se considere que o sistema satisfaz todos os requisitos de forma consistente.

Contrariamente a outros tipos de abordagem, na prototipagem os requisitos são normalmente muito pouco claros, mas suficientes para a criação de um primeiro protótipo. Ao longo das várias iterações de criação de novas versões, os seus requisitos tornam-se mais claros e são implementados incrementalmente. Este conceito aumenta o interesse dos utilizadores, uma vez que são envolvidos de forma activa no desenvolvimento e melhoramento do sistema, considerando-se este processo terminado quando atinge as suas expectativas. Desta forma, são ultrapassados alguns problemas, como a inaptidão de muitos utilizadores para especificarem as suas reais necessidades, assim como, do ponto de vista inverso, a dificuldade dos analistas de sistemas para entenderem o ambiente do utilizador. Permite ainda simular realisticamente os aspectos chave do sistema, podendo serem comparadas diferentes aproximações a um mesmo problema, de forma a garantir que as suas principais funções estão de acordo com as necessidades dos utilizadores.

Embora a maioria dos protótipos sejam desenvolvidos com o intuito de serem descartados, atingida a sua versão final, caso o projecto tenha continuidade, pode ser utilizado o código gerado até ao momento para desenvolver a aplicação final. Mais comumente, é iniciado um ciclo tradicional de desenvolvimento de sistemas, tendo em conta a informação obtida através do protótipo (Pressman, 2010).

III.5.2 Desenvolvimento de sistemas de informação em saúde

Os sistemas de informação em saúde têm o potencial de proporcionar uma prestação de cuidados de saúde com um maior nível de qualidade, assim como de ajudar os clínicos e outros profissionais de saúde a melhorarem no desempenho das suas funções (Langley & Beasley, 2007). Estes sistemas de informação são projectados tendo em vista a aquisição, armazenamento, processamento e rápida transmissão de informação necessária à decisão clínica, de forma a melhorar o fluxo de trabalho e coordenação das actividades relacionadas com a prestação de cuidados de saúde.

A adopção de um sistema de informação em qualquer instituição de saúde, seja qual for o seu objectivo, deve ser acompanhada com grande cuidado, uma vez que a sua simples implementação não garante resultados imediatos. A implementação destes sistemas deve ser adaptada aos processos de prestação de cuidados de saúde que vão apoiar, de forma a maximizar a eficácia de utilização destas novas ferramentas, acrescentando assim qualidade ao serviço prestado (Fichman, Kohli, & Krishnan, 2011).

Outro aspecto, que por vezes é subestimado e que pode levar ao insucesso do sistema, é o treino dos utilizadores para interagirem com o sistema. Este aspecto humano é de imensa importância para uma maior eficiência e satisfação dos utilizadores no uso dos sistemas de saúde.

III.5.2.1 Interação Homem-Máquina e usabilidade

A interacção humana com um sistema de informação envolve um processo cognitivo que consiste no processamento de informação pelo homem, em estreita conjugação com um sistema informático. A teoria da interacção homem-máquina é uma área que estuda um vasto leque de aspectos, incluindo o desenho, avaliação e implicações sociais dos sistemas de informação, relacionados com este processo cognitivo. A interface homem-máquina é, portanto, um factor crucial para o sucesso dos sistemas de informação em saúde, devendo estes serem intuitivos, de fácil utilização e irem de encontro às necessidades dos utilizadores (Rimmer, 2004).

Existem alguns princípios emergentes da teoria da interacção homem-computador que definem algumas boas práticas de desenvolvimento, que se devem reflectir nas características dos sistemas de informação em saúde, tais como:

- A informação apresentada deve ser facilmente compreensível para os utilizadores;
- A informação mais importante deve ter indicadores visuais para chamar a atenção dos utilizadores;
- A informação exibida deve estar organizada em áreas lógicas.

Estes princípios básicos, quando aplicados com sucesso, são um passo essencial para que um sistema tenha um bom nível de usabilidade. Considera-se que um sistema tem uma boa usabilidade quando este é útil, eficaz, eficiente e agradável de utilizar. Esta usabilidade dos sistemas está, no entanto, dependente da aptidão e gostos pessoais dos seus utilizadores, que, dependendo da escala de aplicação, poderão variar amplamente (Daraghmi, Cullen, & Goh, 2008).

Hoje em dia, existe já uma enorme variedade de produtos emergentes no mercado dos sistemas de saúde, normalmente com a promessa de revolucionar a prestação de cuidados com toda a inovação que trazem. Estes sistemas devem, no entanto, ser olhados com cepticismo, uma vez que um sistema, por muito inovador que seja, se a sua usabilidade não for ajustada aos utilizadores e contexto no qual irá ser utilizado, não deverá ser adoptado.

Todos os factores relacionados com aspectos humanos trazem um elevado número de dificuldades e problemas que recaem sobre o desenvolvimento, implementação e aceitação dos sistemas de informação em saúde (Kushniruk, Borycki, Kuwata, & Kannry, 2011). Para ultrapassar estas questões, é aconselhado que se recorra a abordagens de desenho aplicacional como o *User Centered Design* (UCD) e o *Participatory Design* (PD), assim como o recurso à engenharia de avaliação de usabilidade, de forma a fazer uma apreciação objectiva da usabilidade do sistema final. Este tipo de abordagens visam aumentar a usabilidade do sistema através da satisfação das necessidades do utilizador, em detrimento da tecnologia utilizada.

III.5.2.2 User Centered Design (UCD)

O desenho centrado no utilizador é um processo e uma filosofia de extrema importância nos sistemas actuais. Esta filosofia de desenho aplicacional põe a pessoa no centro do desenvolvimento do sistema, em oposição à tecnologia, atendendo primariamente a factores cognitivos, como a percepção e a memória, e ao modo como estes influenciam a interacção com o sistema, aumentando a probabilidade de aceitação de um sistema e o sucesso que daí advém (Daraghmi et al., 2008).

O UCD foi criado a partir da teoria da interacção homem-computador e consiste em modelos flexíveis de recolha de requisitos dos utilizadores, com enfoque nas funcionalidades centrais do sistema, minimizando funcionalidades desnecessárias e conseguindo assim atingir uma interface agradável e funcional. Este modelo tem ainda uma natureza iterativa, que permite que os resultados gerados por cada ciclo sejam revistos.

Na área da saúde, esta é uma abordagem que tem vindo a ser bastante adoptada, uma vez que as suas características permitem uma selecção dos requisitos críticos para os seus utilizadores, dando prioridade aos mesmos na criação da interface com o utilizador, o que leva a uma maior usabilidade da mesma e consequente diminuição dos erros cometidos pelos utilizadores. Esta segurança acrescida tende a diminuir a relutância das organizações de saúde em adoptar novos sistemas (Johnson, Johnson, & Zhang, 2005).

III.5.2.3 Participatory Design (PD)

O desenho aplicacional com recurso a PD, ou seja, com a participação dos utilizadores, é uma abordagem que se baseia nos princípios do UCD, focando-se na visão e necessidades particulares dos utilizadores. Nesta abordagem, os utilizadores colaboram directamente no processo de desenho do sistema, com o intuito de aumentar a sua satisfação na utilização do produto final. O resultado são normalmente sistemas com bastante aceitação, funcionalidade e usabilidade, no entanto, devido ao número de actores envolvidos no seu desenvolvimento, o desenvolvimento pode ser

bastante moroso. Por outro lado, nas abordagens mais tradicionais, durante esta fase de desenho, a tecnologia ainda não está definida, o que causa alguma insatisfação nos utilizadores, que preferem uma experiência mais interactiva com a aplicação (Daraghmi et al., 2008).

Mais recentemente, têm sido feitas aproximações a este modelo com algumas alterações, para ultrapassar as desvantagens do modelo original. Nestas novas aproximações, o desenho é dividido em diversas fases, existindo já a possibilidade de desenvolvimento de protótipos, o que aumenta a precisão dos utilizadores na descrição dos requisitos do sistema, diminui gastos e possibilita a elaboração de documentação relativa ao sistema.

III.6 Conclusões

A área da Radiologia, no que toca aos sistemas de informação de apoio à sua actividade, apresenta já um nível de desenvolvimento muito elevado, com *standards* bem definidos e aceites quase universalmente, que continuam a ser revistos e melhorados. Estes sistemas têm como objectivo serem um meio facilitador da actividade profissional em Radiologia e podem ser vistos como uma ferramenta impulsionadora para novas actividades dos técnicos de Radiologia, uma vez que, com a tecnologia actual, as limitações no desenvolvimento de novas funcionalidades estão apenas dependentes da criatividade e necessidades dos próprios profissionais de saúde que as utilizam.

É muito importante ter em conta que o desenvolvimento de sistemas de informação em saúde, para além de respeitar *standards* de funcionamento e interoperabilidade, deve sempre ser orientado para as necessidades do seu utilizador final. Como o utilizador por vezes é muito exigente e não entende a complexidade do processo de desenvolvimento dos sistemas, devem ser feitos esforços para diminuir a distância entre o utilizador e o desenvolvimento. Uma forma de o fazer, é permitir ao utilizador que participe nas fases iniciais do desenvolvimento através de testes com

protótipos, de forma a oferecer uma experiência realista do que pode vir a ser o sistema final e promover a troca de ideias.

No desenvolvimento de um projecto deste tipo, é importante em conta metodologias de desenvolvimento de sistemas de informação, para que todo o processo seja o mais consistente possível. Da mesma forma, é importante dar grande ênfase aos principais princípios do UCD e do PD, de forma a tentar garantir uma máxima usabilidade e aceitabilidade por parte dos utilizadores finais do protótipo. Quanto aos *standards*, tecnologias e sistemas disponíveis na área da Radiologia, as matérias descritas são importantes como meio de contextualização e compreensão da sua utilidade e relevo aquando do desenvolvimento de um novo sistema. Qualquer nova funcionalidade ou sistema deve ser pensado de forma a ser integrado, ou mesmo ser parte dos sistemas já existentes. Por outro lado, sistemas como visualizadores DICOM, de uso livre, podem ser integrados em protótipos, de forma a ser possível a manipulação de imagens DICOM sem ser necessário desenvolver funcionalidades de visualização. Outros tipos de *standards*, como os de nomenclatura médica, são também de grande relevo, de forma a dar significado a toda a informação criada.

Durante o decorrer do projecto, será feita uma aproximação a tudo o que foi descrito, ainda que, tratando-se de um protótipo, não sejam possíveis, ou necessários, integrar alguns dos sistemas ou normas.

CAPÍTULO IV. Metodologia

Neste capítulo é descrito todo o processo de desenvolvimento do protótipo, desde os recursos utilizados, passando pela identificação de requisitos e análise dos mesmos, através da realização de testes piloto e reuniões com os orientadores do projecto.

Durante a realização do projecto, as actividades decorreram de acordo com o plano apresentado na tabela Tabela 2.

	2011		2012										
	N O V	D E Z	J A N	F E V	M A R	A B R	M A I	J U N	J U L	A G O	S E T	O U T	N O V
Recolha de materiais e bibliografia													
Análise da radiografia do tórax													
Desenho e desenvolvimento do protótipo													
Teste piloto com alunos													
Análise de resultados do piloto e alterações ao protótipo													
Testes em contexto clínico (Técnicos de Radiologia e Médicos)													
Desenvolvimento de novo módulo para demonstração													
Finalização da tese													

Tabela 2 - Plano e calendarização do projecto

O fluxograma da figura Figura 4 exibe a organização da metodologia seguida neste estudo com os pontos-chave relativos a cada fase da mesma.

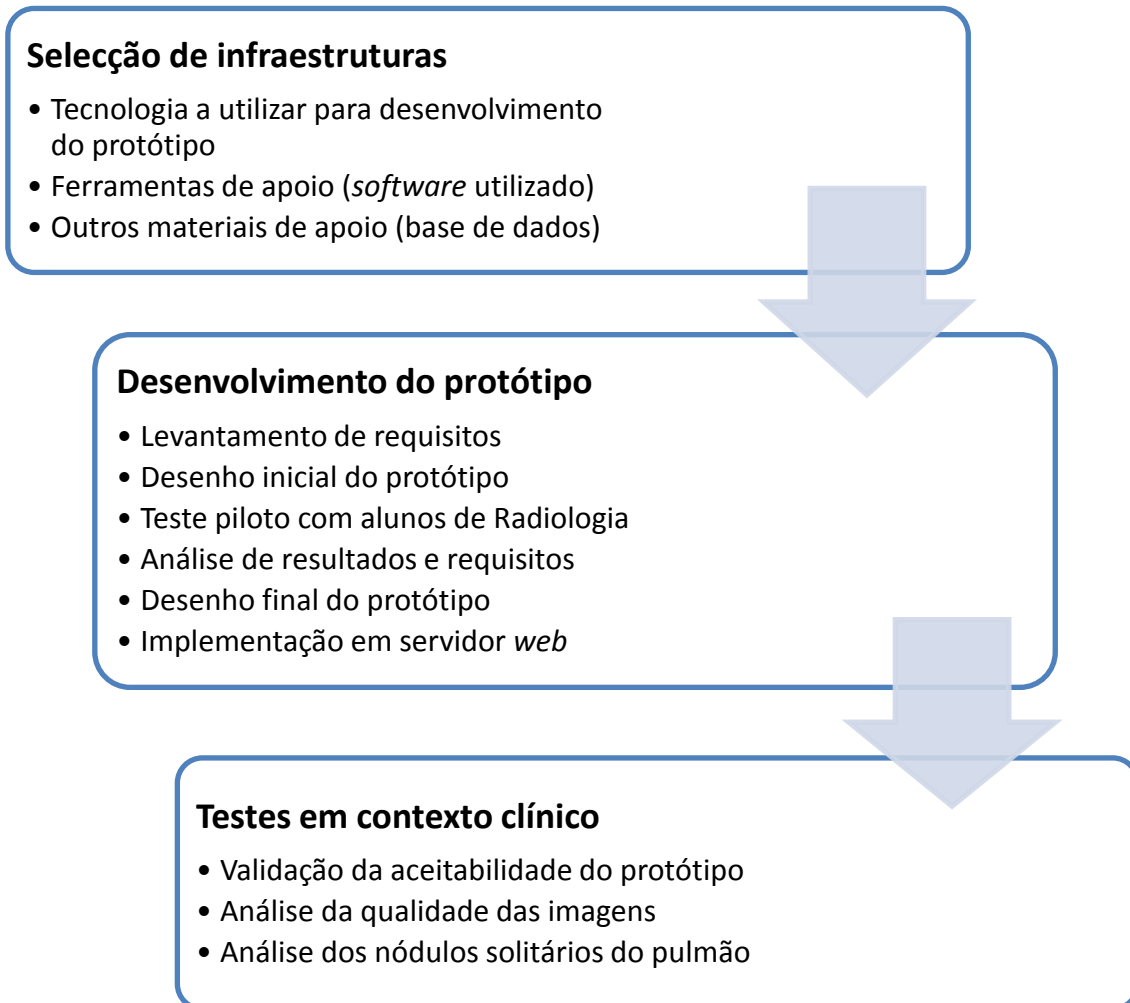


Figura 4 - Fluxograma relativo à organização da metodologia do projecto

IV.1 Tecnologia utilizada no desenvolvimento do protótipo

Para a elaboração deste projecto, foi desenvolvido um protótipo de uma aplicação, em formato web, com o intuito de testar e comparar a aptidão de técnicos de Radiologia na análise e detecção de nódulos solitários do pulmão, comparativamente com médicos não especialistas em radiodiagnóstico, dentro de um

mesmo serviço de cuidados primários de saúde, tendo como *gold standard* a informação de uma base de dados de radiografias do tórax validada (JSRT & JRS, 1997).

A aplicação foi desenvolvida com recurso ao Microsoft Visual Studio 2010, tendo como base a *framework* .NET 4.0, mais especificamente, Active Server Pages (ASP) 4.0 da Microsoft e o sistema de gestão de bases de dados Microsoft SQL Server 2008 Express Edition, que embora seja uma versão com limitações de tamanho da base de dados, adequou-se perfeitamente às necessidades definidas.

O código fonte da aplicação envolve *HyperText Markup Language* (HTML), *Cascading Style Sheets* (CSS), *JavaScript* e, ao nível do processamento no servidor, *C Sharp* (C#) e a linguagem própria da *framework* ASP.NET. Para a observação e processamento das imagens em formato DICOM, foi integrado na aplicação o visualizador Radscaper 13.0, um *applet* Java desenvolvido pela Divinev (disponível em <http://www.divinev.com/radscaper/index.html>), com uma licença (Silver License SLV) temporária, com a duração de um mês, cedida especialmente para este projecto, após contacto e explicação da natureza do projecto via *e-mail*.

A escolha da *framework* ASP.NET teve em conta factores como a possibilidade de utilização tanto a nível local, como através da internet e em qualquer sistema operativo, uma vez que se trata de uma linguagem web que é interpretada através de qualquer navegador *web*, maximizando a interoperabilidade e ficando em aberto a possibilidade de os testes serem realizados remotamente. Por outro lado, esta é uma *framework* extremamente visual e intuitiva, com muitos controlos já desenvolvidos e acessíveis através de um simples *drag and drop*, o que facilita e acelera o processo de desenvolvimento e dá origem a uma observação quase imediata dos resultados deste processo.

O visualizador Radscaper foi escolhido uma vez que é um dos poucos visualizadores DICOM desenvolvidos para a web com uma *footprint* muito leve, quer a nível de tráfego, quer a nível de processamento, e também devido à sua simplicidade de utilização e facilidade de integração na aplicação web, dado tratar-se de um *applet*.

O protótipo desenvolvido foi implementado num servidor web, através dos *Internet Information Services* (IIS), da Microsoft.

IV.2 Base de dados de radiografias do tórax

Para a realização do estudo proposto, foi utilizada uma base de dados de imagens de radiografias do tórax com nódulos solitários do pulmão, da *Japanese Society of Radiological Technology* (JSRT). Esta base de dados foi criada entre 1995 e 1997, tendo vindo a ser utilizada em diversos tipos de estudos (JSRT & JRS, 1997).

A base de dados JSRT é de utilização livre e as imagens presentes na mesma foram digitalizadas através dos equipamentos Konica LD 4500 e LD 5500. Estas imagens possuem uma matriz de 2048x2048 *pixels*, com um tamanho do *pixel* de 0,175 mm, uma escala de cinzentos de 4096 tons (12bits) e um intervalo de densidade óptica que varia entre os 0,0 e os 3,5, sendo consideradas conformes para diagnóstico.

Todas as imagens foram examinadas comparativamente com exames de TC para confirmar a presença dos nódulos. Cada nódulo foi classificado como benigno ou maligno, tendo em conta o resultado de análises citológicas e histológicas, a diminuição de tamanho ou desaparecimento consoante o uso de antibióticos, ou se não existiram quaisquer alterações no seguimento do nódulo durante dois anos.

As imagens foram classificadas por consenso entre três médicos radiologistas, de acordo com o grau de subtilidade do achado patológico. Os graus de subtilidade definidos foram os seguintes:

- 1) Extremamente subtil: Achado muito indistinto, ou muito pequeno, e extremamente difícil de detectar;
- 2) Muito subtil: Achado muito difícil de detectar;
- 3) Subtil: Achado difícil de detectar;
- 4) Relativamente óbvio: Achado relativamente fácil de detectar;
- 5) Óbvio: Achado fácil de detectar.

Das 154 imagens que constituem a base de dados de imagens com nódulos solitários do pulmão, foram seleccionadas 32 imagens, com graus de subtilidade entre os níveis 2 e 5, em igual proporção, para que posteriormente a análise dos resultados fosse o mais consistente possível. As imagens seleccionadas e respectivos detalhes são, de acordo com a numeração da base de dados, as listadas na tabela Tabela 3.

O formato original das imagens era o *Analyze*, no entanto, para uma utilização mais versátil e adequada à tecnologia a utilizar, foram convertidas para o formato DICOM, através do *software* LONI *Debabeler*, de livre utilização, desenvolvido pelo Laboratório de Neuroimagiologia da Universidade de Medicina da Universidade da Califórnia, Los Angeles (disponível em <http://www.loni.ucla.edu/Software/>). Foi também necessário alterar o valor do espaçamento dos pixels nos cabeçalhos DICOM, mais especificamente no parâmetro *Pixel Spacing* (0028,0030), de acordo com as especificações da base de dados, de forma a serem viáveis as medições efectuadas posteriormente no visualizador. Para realizar esta tarefa, foi utilizado o *software* DicomWorks, versão 1.3.5 (disponível em <http://www.dicomworks.com/>), também de livre utilização, através de uma licença gratuita. Estas alterações não influenciaram a qualidade da imagem.

Imagem	Grau Subt.	Tamanho (mm)	Idade	Género	Coord X	Coord Y	Malignidade	Localização Anatómica	Diagnóstico
JPCLN001	5	15	53	Masc.	1634	692	Maligno	Lób. Sup. Esq.	Cancro do pulmão
JPCLN003	5	30	63	Fem.	1303	447	Maligno	Lób. Sup. Esq.	Cancro do pulmão
JPCLN004	5	14	68	Fem.	606	836	Benigno	Lób. Sup. Dir.	Massa inflamatória
JPCLN006	5	14	64	Fem.	660	524	Benigno	Lób. Sup. Dir.	Tuberculoma
JPCLN007	5	18	69	Masc.	459	852	Maligno	Lób. Sup. Dir.	Cancro do pulmão
JPCLN008	5	10	44	Fem.	508	938	Benigno	Lób. Inf. Dir.	Granuloma
JPCLN009	5	28	61	Fem.	1593	930	Maligno	Lób. Inf. Esq.	Cancro do pulmão
JPCLN012	5	37	80	Masc.	268	1136	Maligno	Lób. Inf. Dir.	Cancro do pulmão
JPCLN014	4	20	66	Masc.	569	717	Maligno	Lób. Sup. Dir.	Cancro do pulmão
JPCLN015	4	16	61	Fem.	549	995	Maligno	Lób. Med. Dir.	Cancro do pulmão
JPCLN020	4	7	47	Fem.	479	918	Maligno	Lób. Inf. Dir.	Cancro do pulmão
JPCLN021	4	18	66	Fem.	1577	746	Maligno	Lób. Sup. Esq.	Cancro do pulmão
JPCLN023	4	15	65	Fem.	553	1139	Maligno	Lób. Med. Dir.	Cancro do pulmão
JPCLN031	4	28	58	Fem.	1409	500	Maligno	Lób. Sup. Esq.	Cancro do pulmão
JPCLN035	4	13	39	Masc.	1548	967	Maligno	Lób. Sup. Esq.	Cancro do pulmão (Adenocarcinoma)
JPCLN039	4	10	46	Fem.	451	930	Maligno	Lób. Sup. Dir.	Cancro do pulmão
JPCLN051	3	25	64	Fem.	524	586	Maligno	Lób. Sup. Dir.	Cancro do pulmão (Adenocarcinoma)
JPCLN053	3	18	78	Masc.	573	520	Maligno	Lób. Sup. Dir.	Cancro do pulmão
JPCLN055	3	8	63	Fem.	1458	397	Benigno	Lób. Sup. Esq.	Hemangioma Esclerosante
JPCLN058	3	15	37	Masc.	1716	959	Benigno	Lób. Inf. Esq.	Tuberculose Pulmonar
JPCLN062	3	15	41	Fem.	1618	934	Maligno	Lób. Inf. Esq.	Cancro do pulmão (Adenocarcinoma)
JPCLN069	3	12	58	Fem.	410	1040	Maligno	Lób. Med. Dir.	Cancro do pulmão
JPCLN076	3	20	75	Masc.	332	1364	Maligno	Lób. Med. Dir.	Cancro do pulmão
JPCLN085	3	16	69	Fem.	602	688	Maligno	Lób. Sup. Dir.	Cancro do pulmão
JPCLN102	2	5	21	Fem.	393	483	Benigno	Lób. Sup. Dir.	Tuberculoma
JPCLN106	2	18	?	Masc.	246	1233	Maligno	Lób. Inf. Dir.	Cancro do pulmão
JPCLN108	2	30	59	Fem.	737	1475	Maligno	Lób. Inf. Dir.	Cancro do pulmão
JPCLN110	2	20	54	Masc.	1606	1065	Maligno	Lób. Inf. Esq.	Cancro do pulmão (Adenocarcinoma)
JPCLN112	2	17	73	Masc.	1339	1364	Maligno	Lób. Inf. Esq.	Cancro do pulmão (Carcinoma de células pequenas)
JPCLN121	2	10	78	Masc.	508	1126	Benigno	Lób. Med. Dir.	Granuloma
JPCLN123	2	15	57	Masc.	1706	1252	Benigno	Lób. Inf. Esq.	Granuloma Calcificado
JPCLN128	2	20	62	Fem.	614	1376	Maligno	Lób. Inf. Dir.	Cancro do pulmão (Adenocarcinoma)

Tabela 3 - Imagens da base de dados JSRT utilizadas no projecto

IV.3 Modelo de desenvolvimento do sistema

O sistema proposto foi desenvolvido de forma incremental, com recurso à prototipagem, de forma a aumentar a interactividade com os possíveis utilizadores, definir e clarificar os requisitos, que não estavam inicialmente bem definidos, e fazer sucessivas iterações de acordo com o feedback obtido para corrigir o maior número de defeitos possível, reduzir a frustração dos utilizadores e aumentar a funcionalidade da interface do sistema de forma a ser o mais *user-friendly* possível, sem perder as funcionalidades críticas.

Inicialmente foi feito o levantamento de requisitos, esboço da interface gráfica do protótipo e um primeiro protótipo funcional. Numa segunda fase, foi realizada a análise dos requisitos, através de uma reavaliação dos mesmos face aos resultados de um teste piloto. Finalmente, foi desenvolvida uma versão final do protótipo para realização dos testes em contexto clínico e, posteriormente, um módulo de demonstração com uma funcionalidade mais realista para uso corrente.

IV.3.1 Levantamento de requisitos

A fase de levantamento de requisitos consistiu na pesquisa e estudo bibliográfico relativo aos parâmetros que o sistema poderia abordar, dentro da área de análise de radiografias do tórax, e tendo em conta as especificidades e dados relativos à base de dados de imagens a utilizar. Desta pesquisa resultou um conjunto de requisitos funcionais.

Requisitos funcionais:

- Listagem, adição e remoção de exames e pacientes, adequada à base de dados a utilizar;
- Gestão de utilizadores e dados inseridos pelos mesmos;
- Capacidade de visualização e processamento de imagens em formato DICOM;
- Função de análise de qualidade de imagem, segundo os critérios internacionais de avaliação;
- Função de análise e descrição da patologia passível de ser identificada na imagem, incidindo especialmente na identificação e localização de nódulos solitários do pulmão.

Num segundo instante, já com mais informação, foram esboçados cenários para simular o funcionamento do protótipo e finalmente feito o primeiro desenho da aplicação. A partir deste desenho, foi desenvolvido um primeiro protótipo funcional, com as principais funções descritas no levantamento de requisitos.

Nesta primeira versão do protótipo, a interface gráfica baseava-se num sistema de separadores, no qual o utilizador podia navegar livremente entre funções. Abaixo é apresentado um esquema do desenho do protótipo, na figura Figura 5, e imagens do painel de avaliação da primeira versão, onde é possível observar os parâmetros a serem avaliados nos separadores de qualidade e de patologia, assim como um painel de resumo dos dados inseridos, onde se observam simultaneamente os dados inseridos quer na avaliação de qualidade, quer na de patologia.

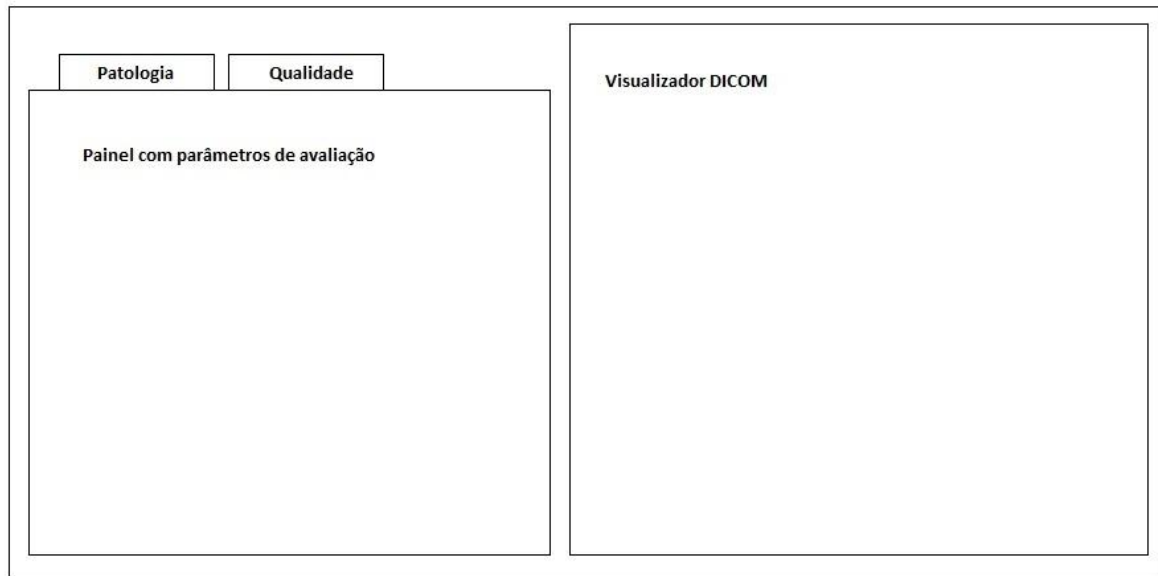


Figura 5 - Esquema da página de análise de radiografias do tórax

Para incorporar o visualizador DICOM na página, foi necessário o uso de um iFrame, uma vez que a sua integração directa entrava em conflito com outros scripts criados automaticamente pela Framework ASP.NET. Na figura Figura 6 é possível observar a simplicidade do aspecto do visualizador.

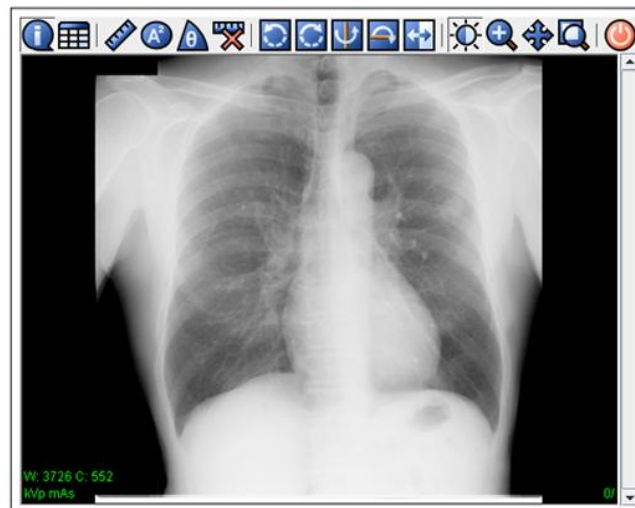


Figura 6 - Visualizador de imagens DICOM (Radscaper 13.0)

Na figura Figura 7 é exibido o separador de avaliação de qualidade. A sua estrutura consiste de uma zona com os itens a avaliar do lado esquerdo, com os

valores possíveis para selecção, e de uma zona onde o nível de qualidade e patologia são alterados conforme os valores seleccionados na zona anterior e onde é também possível classificar a aceitabilidade do exame de forma mais subjectiva.

	1	0	P
<input type="checkbox"/> Inspiração	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Simetria	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Omoplatas Desprojectadas	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Caixa Torácica	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Vascularização Pulmonar	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Traqueia	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Coração e Aorta	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Diafragma e Âng. Costofrénicos	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Mediastino	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Coluna	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Legenda: 1 - Correcto 0 - Incorrecto P - Oculto por patologia
Carregar no icon antes de cada item para mais informação

Nível de Qualidade
10

Patologia Identificada
Não

Aceitabilidade do exame:

- Totalmente Aceitável
- Provavelmente Aceitável
- Não Aceitável

Alterar

Figura 7 - Painel de avaliação da qualidade da radiografia do tórax 1

Na figura Figura 8 é exibido o separador de patologia, também dividido em duas zonas, à esquerda com os itens relativos às possíveis localizações de patologia e à direita um painel para caracterização mais detalhada de patologia dos campos pulmonares e um campo livre para observações.

Resumo Patologia Qualidade

Campos Pulmonares

Hilo

Sombra Cardíaca

Mediastino

Diafragmas D | E

Ângulos Costofrénicos D | E

Traqueia

Estrutura Óssea

Partes Moles

Abdómen

Seleccionar em caso de patologia
Em "Campos Pulmonares" especificar o tipo de achado

Achados identificados: 1 +

Nódulos: 1
T1 (< 3cm) / LSE -

Outros achados: 0 -

Observações

Alterar

Figura 8 - Painel de avaliação da patologia presente na radiografia do tórax 1

Na figura Figura 9 é possível observar o separador de resumo dos dados inseridos, tanto quanto à patologia, como quanto à qualidade da imagem.

Resumo Patologia Qualidade

Achados Patológicos !

Nódulos do pulmão:

Tamanho	Local
T1 (< 3cm)	LSE

Outros achados:
Sombra Cardíaca

Observações:

Critérios de Qualidade

Aceitabilidade:
Totalmente Aceitável

Inspiração	1
Simetria	1
Omoplatas Desprojectadas	1
Caixa Torácica	1
Vascularização Pulmonar	1
Traqueia	1
Coração e Aorta	1
Diafragma e Âng. Costofrénicos	1
Mediastino	1
Coluna	1

Resultado: 10 / 10

Figura 9 - Painel de resumo da análise da radiografia do tórax 1

Após uma primeira verificação das características do protótipo, foi considerada pertinente a realização de algumas melhorias, como tornar o ambiente mais gráfico, em contraposição ao texto simples, de forma a torna-lo o mais intuitivo possível. Foi também considerada a possibilidade de fazer uma marcação na imagem a sinalizar o local da patologia, de forma a existir uma maior objectividade por parte dos utilizadores aquando da análise das imagens de radiografias do tórax, o que levou ao desenvolvimento de uma nova versão do protótipo. Para facilitar a tarefa dos utilizadores, foi ainda pensada uma forma de navegarem mais facilmente entre exames, de forma sequencial. As alterações planeadas para a próxima fase de desenvolvimento são as seguintes:

Alterações a implementar:

Requisitos funcionais:

- Mapa de sinalização da patologia;
- Barra de navegação entre exames.

Requisitos de interface:

- Adicionar elementos gráficos para descrição dos parâmetros dos nódulos do pulmão.

IV.3.2 Teste piloto e análise dos requisitos

Após implementadas as novas funcionalidades definidas até este ponto, iniciou-se a fase de análise. Para testar os requisitos, foi realizado um teste piloto, com a participação de alunos finalistas da Licenciatura em Radiologia da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, com o intuito de avaliar os potenciais defeitos do sistema, a sua competência no cumprimento dos objectivos delineados inicialmente e as possíveis dificuldades dos utilizadores durante a fase inicial de utilização do protótipo. Esta fase de testes decorreu com normalidade, tendo no entanto sido

detectados alguns comportamentos imprevistos no funcionamento do protótipo, assim como outros problemas relativos à interface com o utilizador:

Problemas detectados:

- Interface demasiado aberta ao nível das opções a tomar, o que tornava o processo de análise da imagem confuso para o utilizador;
- Problema na sinalização dos achados no mapa de patologia, aquando da tentativa de guardar os dados relativos à posição sinalizada;
- Lista de exames com informação relativa a utilizadores, que não o actual.

Dificuldades indicadas pelos utilizadores do teste piloto:

- Dificuldade na utilização inicial do protótipo, tendo melhorado depois de alguns minutos de habituação;
- Qualidade das imagens por vezes insatisfatória para sua avaliação;
- Falta de informação relativa às funcionalidades do visualizador DICOM;
- Visualizador DICOM por vezes não responde e não retém os parâmetros já alterados pelo utilizador.

Terminados estes testes, foi feita uma análise dos dados recolhidos, tendo em conta a utilidade dos requisitos, a sua complexidade, o realismo da sua utilização e os objectivos do projecto. Em reunião com os orientadores, foram definidos os objectivos para a fase seguinte e as seguintes alterações a nível de requisitos do protótipo:

Alterações a implementar:

Requisitos funcionais:

- Corrigir as situações anómalas detectadas;
- Limitar a função de análise e descrição de patologia apenas para nódulos solitários do pulmão, dado que é o principal objectivo do protótipo, sendo a utilidade dos outros itens a avaliar limitada.

Requisitos de interface:

- Melhorar as instruções de utilização;
- Alterar a interface para uma forma mais intuitiva e fechada, para que os utilizadores sejam guiados passo a passo durante todo o processo, preenchendo todos os campos necessários antes de passar ao passo seguinte (sendo sempre dada a hipótese de retroceder).

IV.3.3 Alterações ao desenho do protótipo

Tendo em conta os resultados obtidos através do teste piloto e análise de requisitos, seguiu-se uma nova iteração de desenho da versão final do protótipo, de acordo com as novas metas estabelecidas. Nesta fase foram definidos os vários tipos de perfis de utilizador, assim como reestruturada a base de dados de forma a garantir o suporte a toda a informação gerada pela aplicação.

IV.3.3.1 Perfis de utilizador e funcionalidades

Foram definidos dois tipos de perfis, utilizando as funcionalidades de *Role Management* da *framework* ASP.NET para fazer a gestão dos mesmos. Um dos perfis criados é o de Observador de radiografias do tórax, que para efeitos de análise de dados diferenciada de acordo com a classe profissional dos utilizadores e objectivo com o qual utilizam o sistema, está dividido a nível da base de dados em “medico”, “tecnico” e “tester”, no entanto têm acesso às mesmas funcionalidades do protótipo. Como o nome indica, o perfil de “medico” será utilizado pelos médicos não especialistas em radiodiagnóstico, o de “tecnico” pelos técnicos de Radiologia participantes do estudo e o de “tester” pelos utilizadores que, apesar de não entrarem no estudo final, testam o protótipo através da sua utilização e oferecem feedback proveniente da mesma. Estes utilizadores têm acesso às funcionalidades do protótipo de acordo com o mapa da aplicação definido na figura Figura 10.

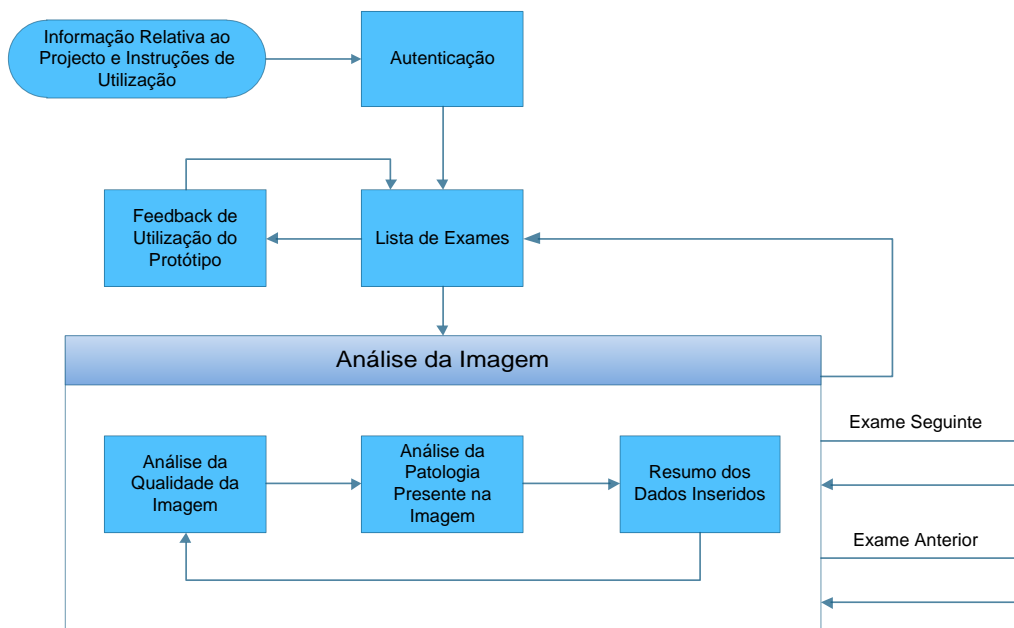


Figura 10 - Fluxograma da aplicação para o Observador de radiografias do tórax

O outro perfil criado é o de Administrador, definido na base de dados como “admin”, e tem como objectivo a gestão de utilizadores e exames, assim como a possibilidade de analisar os dados inseridos por todos os utilizadores, como se pode verificar na figura Figura 11.

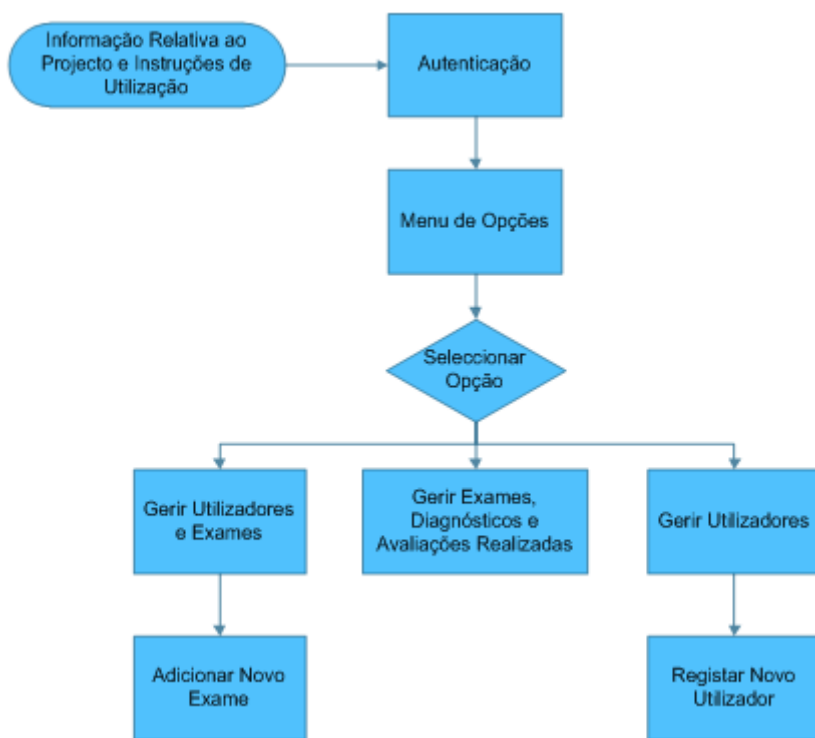


Figura 11 - Fluxograma da aplicação para o Administrador

Cada perfil de utilizador, dentro das áreas do protótipo a que tem acesso, tem várias funcionalidades disponíveis para executar as tarefas que lhe competem. A listagem completa das funcionalidades definidas para cada utilizador é a seguinte:

Principais funcionalidades do Observador de radiografias:

- Visualizar listagem de exames e dados dos pacientes;
- Navegar entre diferentes exames;
- Observar e realizar funções de processamento de imagem no visualizador DICOM:
 - Visualizar cabeçalhos DICOM da imagem;
 - Realizar medições na imagem;
 - Realizar alterações geométricas (rotação/inversão segundo um plano);
 - Inverter as cores da imagem;
 - Alterar janela de visualização (brilho/contraste);
 - Alterar a ampliação da imagem;
 - Mover a imagem;
 - Utilizar ferramenta de ampliação local.
- Efectuar a análise da qualidade da imagem;
- Efectuar a análise da patologia presente na imagem;
- Sinalizar a localização da patologia na imagem;
- Redigir a sua opinião acerca da aplicação.

Principais funcionalidades do Administrador:

- Visualizar listagem de pacientes e exames;
- Adicionar novo paciente;
- Eliminar paciente e todos os seus exames;
- Adicionar novo exame associado a um paciente;
- Eliminar exame;
- Visualizar listagem de exames e respectivas imagens associadas;
- Inserir / editar dados do diagnóstico final do exame;
- Visualizar sinalização da patologia:
 - De acordo com as coordenadas reais indicadas na base de dados;
 - Realizada pelos observadores de radiografias do tórax;
 - Ambas, em modo de comparação;
- Visualizar a informação inserida pelos observadores de radiografias do tórax;
- Visualizar listagem de utilizadores e respectivos perfis;
- Registrar novo utilizador;
- Definir / alterar perfil do utilizador;
- Eliminar utilizador.

IV.4 Testes em contexto clínico

O protótipo desenvolvido foi implementado num servidor web, de forma a estar disponível aos profissionais de saúde envolvidos a qualquer hora e a partir de qualquer localização com acesso a um computador e internet. Os testes em contexto clínico consistiam na análise, através da aplicação, das 32 imagens de radiografias do tórax seleccionadas, relativamente à qualidade da imagem e à presença de nódulos solitários do pulmão. Finalmente, era pedido aos participantes que dessem a sua opinião quanto à aceitabilidade da utilização do protótipo em contexto clínico.

Neste estudo, participaram 3 médicos de clínica geral e 3 técnicos de Radiologia, todos pertencentes à mesma unidade de cuidados de saúde primários. Os testes foram realizados no período entre 6 de Agosto de 2012 e 25 de Agosto de 2012. Os dados obtidos foram recolhidos e analisados quanto à qualidade das imagens e quanto à detecção dos nódulos solitários do pulmão presentes nas mesmas, de forma comparativa entre os dois grupos profissionais – médicos e técnicos. A aceitabilidade do protótipo foi avaliada de acordo com a opinião dos profissionais de saúde envolvidos no estudo. Esta opinião foi expressa através do protótipo, em forma de resposta aberta, dando liberdade para qualquer tipo de comentário, ainda que fossem sugeridos alguns dos pontos que poderiam abordar.

CAPÍTULO V. Resultados

Neste capítulo é descrita a versão final do protótipo, sendo abordadas as principais funcionalidades e estrutura de dados utilizada. É também descrita a forma como são executadas as funcionalidades e exemplificada a interacção do utilizador-sistema, através de diagramas *Unified Modeling Language* (UML).

Para além da descrição do protótipo, são ainda apresentados os resultados dos testes em contexto clínico.

V.1 Versão final do Protótipo

V.1.1 Descrição das principais funcionalidades do protótipo

Nas figuras Figura 12, Figura 13, Figura 14 e Figura 15, é possível observar os diagramas de fluxo de interacção utilizador-sistema, correspondentes aos passos para concluir o processo de análise da radiografia do tórax, que é composto pelas primeiras três funcionalidades, terminando com um painel de resumo dos dados inseridos durante o mesmo. A numeração posterior ao nome da funcionalidade serve como referência nos diagramas de fluxo.

Principais funcionalidades:

- Efectuar a análise da qualidade da imagem (1);
- Efectuar a análise da patologia presente na imagem (2);
- Sinalizar a localização da patologia na imagem (2);
- Visualizar os dados inseridos (3);

Inicialmente, o utilizador selecciona um dos exames disponíveis para começar a sua análise, podendo observar alguns dados relativos ao paciente antes de continuar para a análise, como é exibido na figura Figura 12. Conforme a verificação da existência de uma análise já realizada, o utilizador é orientado para realizar uma nova análise, ou visualizar os dados da análise já realizada.

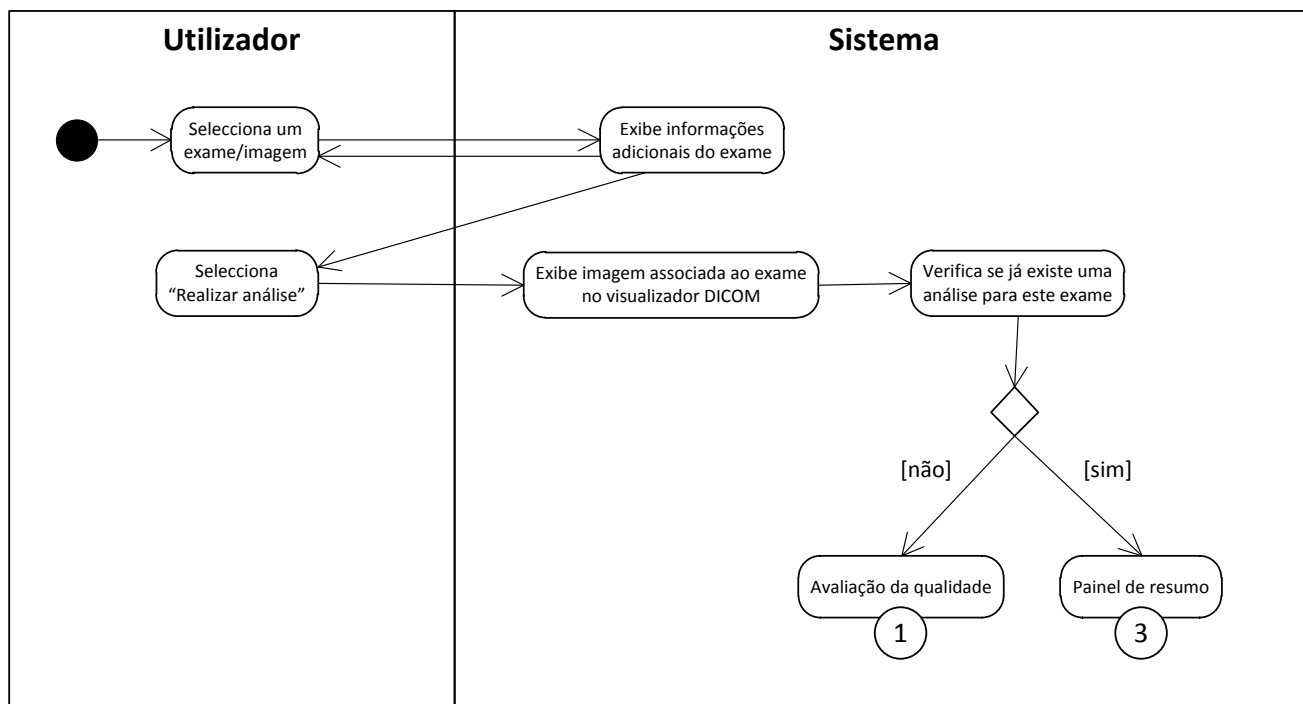


Figura 12 - Diagrama UML do procedimento de selecção de um exame para realização da sua análise

No passo seguinte, como é exibido na figura Figura 13, o utilizador realiza a avaliação da qualidade, de acordo com as opções exibidas, que seguem as *guidelines* europeias de avaliação de qualidade de imagem para uma radiografia do tórax. Nesta avaliação, não pode ser deixado qualquer parâmetro em branco, de forma a que a análise seja o mais completa possível.

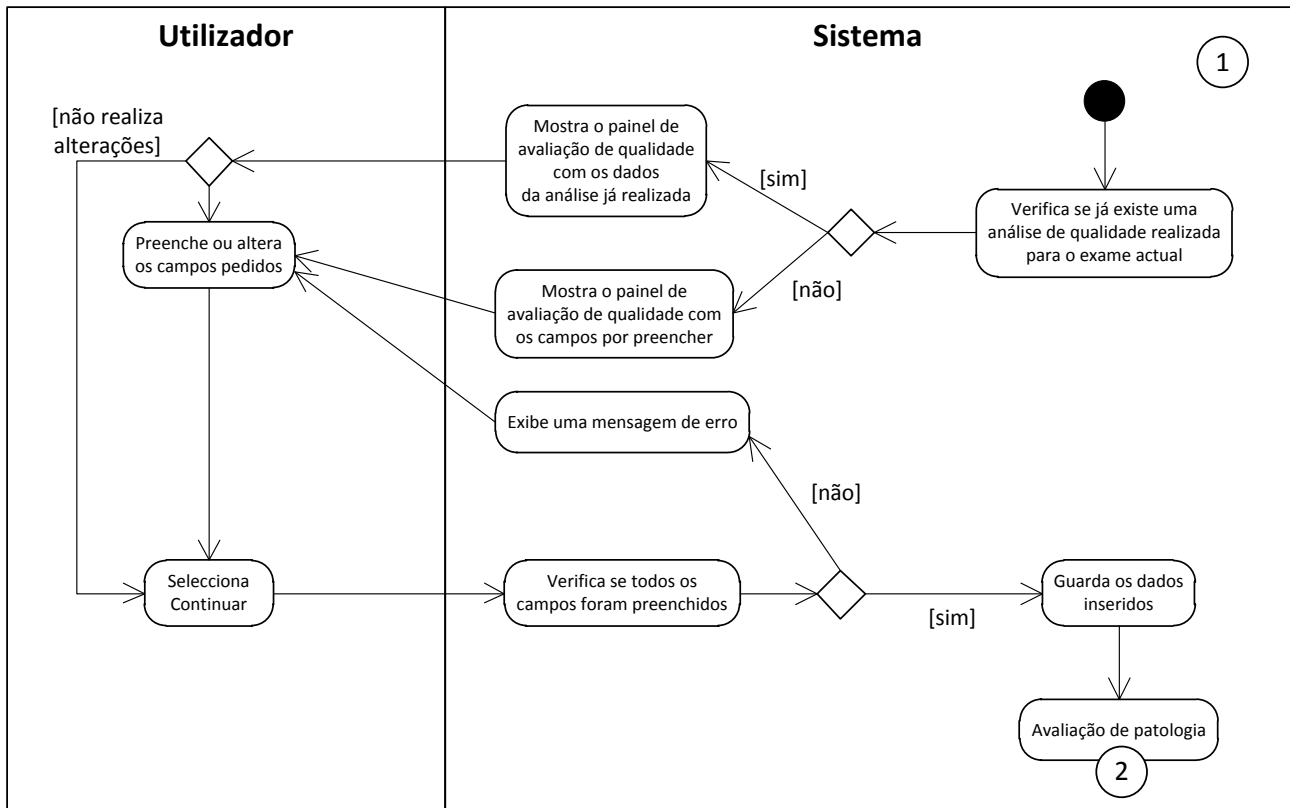


Figura 13 - Diagrama UML do procedimento de avaliação da qualidade

Na figura Figura 14, é exemplificada todo o fluxo de interacção utilizador-sistema, aquando da avaliação da patologia presente no exame em causa. Este processo é algo mais complexo do que a análise de qualidade, uma vez que existem muitos caminhos alternativos, conforme o que se deseja registar. Neste processo, existem duas funcionalidades que se complementam, a da sinalização na imagem e a do registo de propriedades do achado. No final, para que os dados sejam introduzidos na base de dados, é sempre necessário clicar em “guardar”, quer seja no caso da sinalização na imagem, quer seja no registo de propriedades.

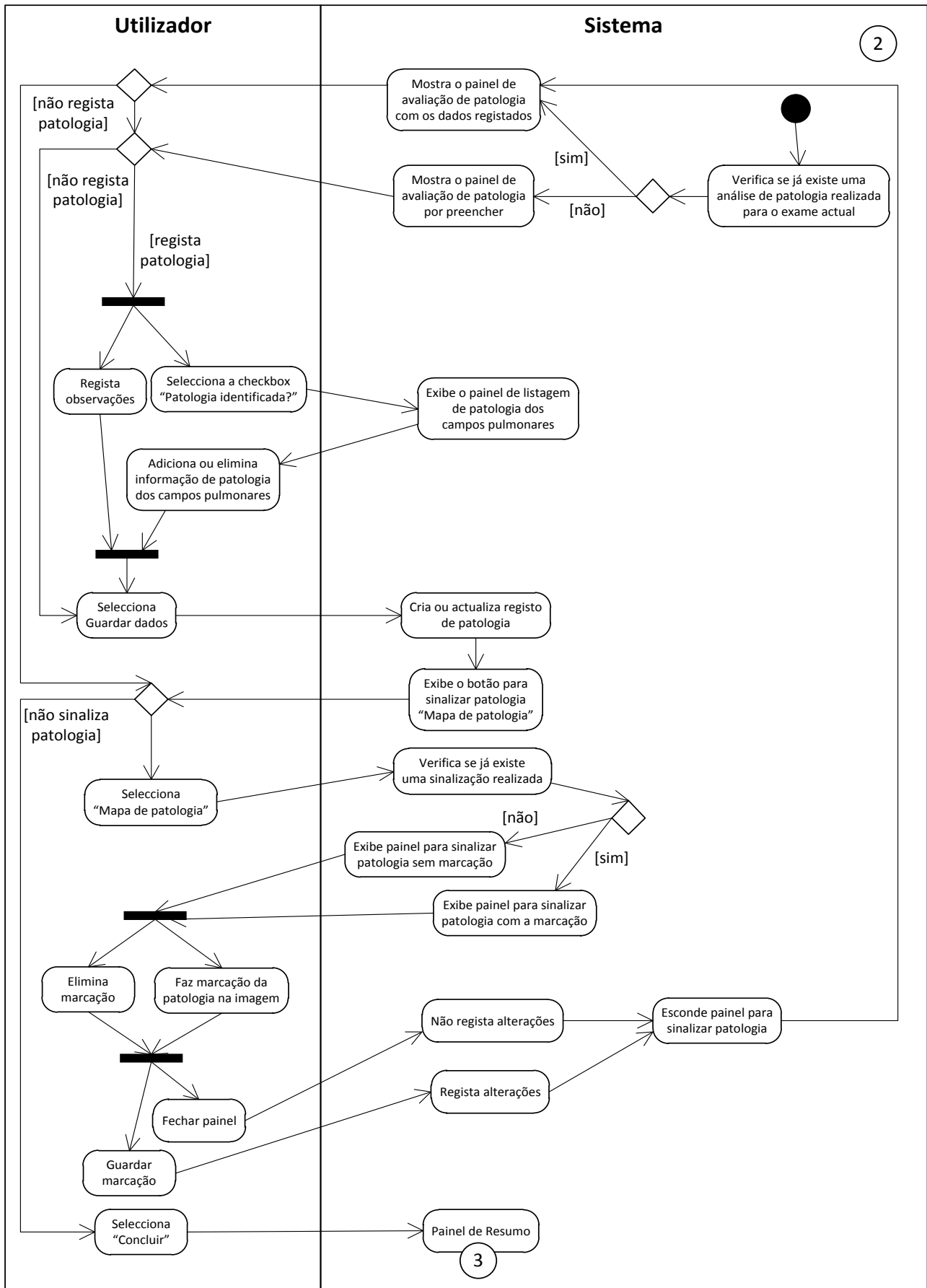


Figura 14 - Diagrama UML do procedimento de avaliação e sinalização da patologia presente na imagem

Para terminar, pode verificar-se todos os dados que se introduziu, no painel de resumo, e finalmente concluir todo o processo de análise de qualidade, ou, caso exista alguma informação incorrecta, é possível repetir a análise, iniciando novamente pela avaliação da qualidade, como é exemplificado no fluxograma da figura Figura 15.

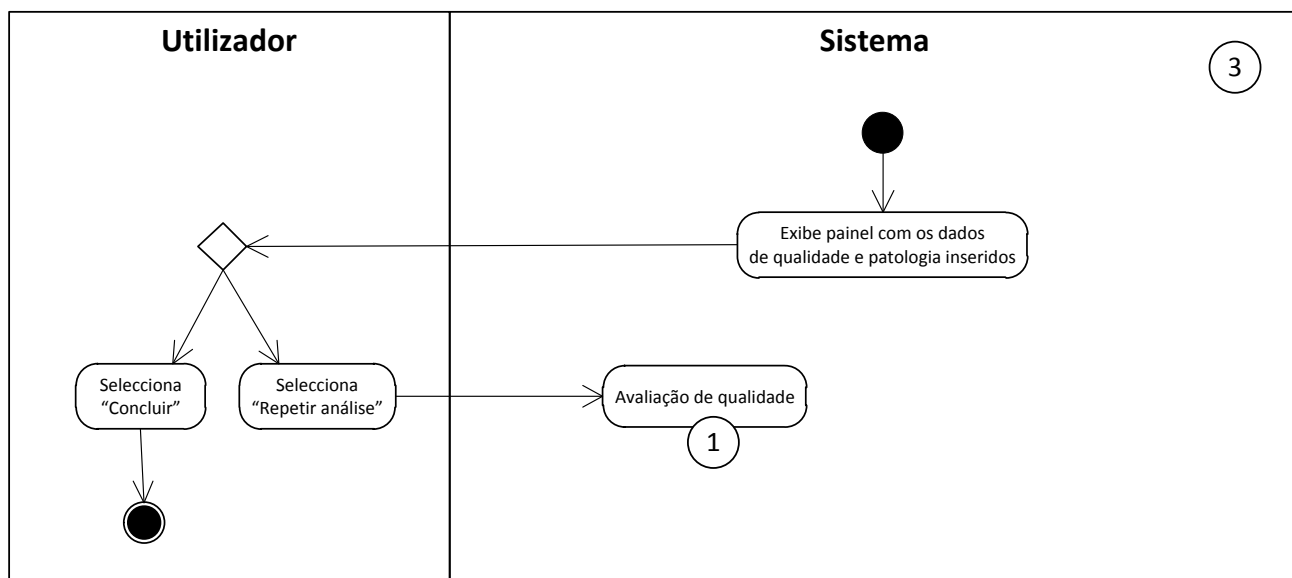


Figura 15 - Diagrama UML do procedimento no painel de resumo dos dados inseridos

V.1.1.1 Efectuar a análise da qualidade da imagem

Para a análise da qualidade da imagem, as opções são completamente fechadas, sendo esta realizada através da selecção de um valor para cada item da lista de parâmetros de qualidade. É possível obter informação acerca do que qualquer parâmetro representa, através de um clique na imagem com um “i”, antes de cada item. Os valores possíveis são seleccionados através de *radiobuttons*, uma vez que apenas se pode escolher um valor, de três possíveis, para cada item. Apenas depois de ser atribuído um valor a todos os itens é possível guardar os dados e seguir para o próximo passo de análise da imagem, através do botão “Continuar”. Na figura Figura 16 é apresentada a vista geral do painel de qualidade, de acordo com as especificações das *guidelines* europeias.

	1	0	P
<input checked="" type="radio"/> Inspiração	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="radio"/> Simetria	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="radio"/> Omoplatas Desprojectadas	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="radio"/> Caixa Torácica	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="radio"/> Vascularização Pulmonar	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="radio"/> Traqueia	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="radio"/> Coração e Aorta	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="radio"/> Diafragma e Âng. Costofrénicos	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="radio"/> Mediastino	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="radio"/> Coluna	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Nível de Qualidade
10

Ocultos por Patologia?
Não

Aceitabilidade do exame:
 Totalmente Aceitável
 Provavelmente Aceitável
 Não Aceitável

Legenda: 1 - Correcto 0 - Incorrecto P - Oculto por patologia
Carregar no icon antes de cada item para mais informação

ID Exame: 9 Paciente: Sujeito 1 Anterior Próximo Ver Listagem

Figura 16 - Painel de avaliação da qualidade da radiografia do tórax 2

V.1.1.2 Efectuar a análise da patologia presente na imagem

Para a análise da patologia presente na imagem, a funcionalidade foi limitada apenas a um sistema de descrição de patologia dos campos pulmonares. O utilizador começa por seleccionar uma *checkbox* com o texto “Patologia identificada?”, caso detecte patologia nos campos pulmonares. Quando esta *checkbox* é seleccionada, fica visível um painel onde serão listados os achados patológicos, sendo possível adicionar um novo achado, ou eliminar achados já inseridos. Existem duas listas, que separam patologia do tipo nodular de outro tipo de patologia pulmonar. Para eliminar os achados inseridos, basta seleccionar na lista o achado pretendido e clicar na imagem com uma cruz vermelha, adjacente à lista. Para adicionar novos achados, deve-se clicar na imagem do sinal “mais”, adjacente ao texto “Novo achado”. O utilizador pode ainda descrever os achados ou fazer comentários à imagem em texto livre, através do campo “observações”. Na figura Figura 17 é apresentada a vista geral do painel de patologia.

Figura 17 - Painel de avaliação da patologia presente na radiografia do tórax 2

Aquando da adição de um novo achado, é apresentado um novo painel, no qual são seleccionados, sequencialmente, os detalhes do achado. Começa-se por indicar a sua localização, através de uma imagem esquemática dos lobos pulmonares. De seguida são exibidos, em *radiobuttons*, os tipos de patologia, que podem ser “Nódulo” ou “Outro”. Para o caso de se seleccionar nódulo, é apresentado o parâmetro “Tamanho”, que pode ser escolhido de uma *dropdownlist*, entre “T1 (< 3cm)” e “T2 (> 3cm)”. Caso se seleccione “Outro” como tipo de patologia, é apresentada uma caixa de texto onde é possível especificar o tipo de patologia encontrado. Na figura Figura 18 apresentado o painel para adição de um novo achado.

1. Seleccionar lóbulo(s)

2. Indicar tipo de patologia

Nódulo Outros

3. Especificar

Tamanho T1 (< 3cm)

Adicionar Cancelar

Figura 18 - Painel de adição de novo achado patológico nos campos pulmonares

Terminada esta fase de análise, devem ser guardados os dados através do botão “Guardar dados”.

V.1.1.3 Sinalizar a localização da patologia na imagem

Depois de guardada a informação relativa à fase de análise de patologia mais descritiva, é apresentado o botão para ver o “Mapa de patologia”, que consiste numa amostra de baixa qualidade da imagem original do exame, na qual é feita uma marcação, através de um clique sobre a imagem, a sinalizar a localização do achado. É possível depois guardar a sinalização e fechar o painel, remover a sinalização ou simplesmente fechar o painel, como demonstrado na figura Figura 19.

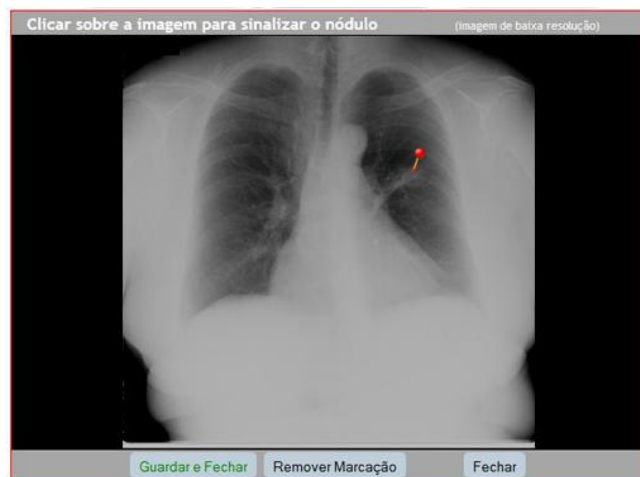


Figura 19 - Painel de sinalização da localização de patologia (mapa de patologia)

V.1.1.4 Visualizar resumo dos dados inseridos

Após carregar no botão “Concluir”, no painel de avaliação da patologia, é apresentado um resumo final com a informação já inserida. Aqui é dada a hipótese ao utilizador de repetir a análise já realizada.

Achados Patológicos ⬇

Nódulos do pulmão:

Tamanho	Local
T1 (< 3cm)	LSD

Outros achados:

Observações:

Critérios de Qualidade

Aceitabilidade:
Totalmente Aceitável

Inspiração	1
Simetria	1
Omoplatas Desprojetadas	1
Caixa Torácica	1
Vascularização Pulmonar	1
Traqueia	1
Coração e Aorta	1
Diafragma e Âng. Costofrénicos	1
Mediastino	1
Coluna	1

Resultado: 10 / 10

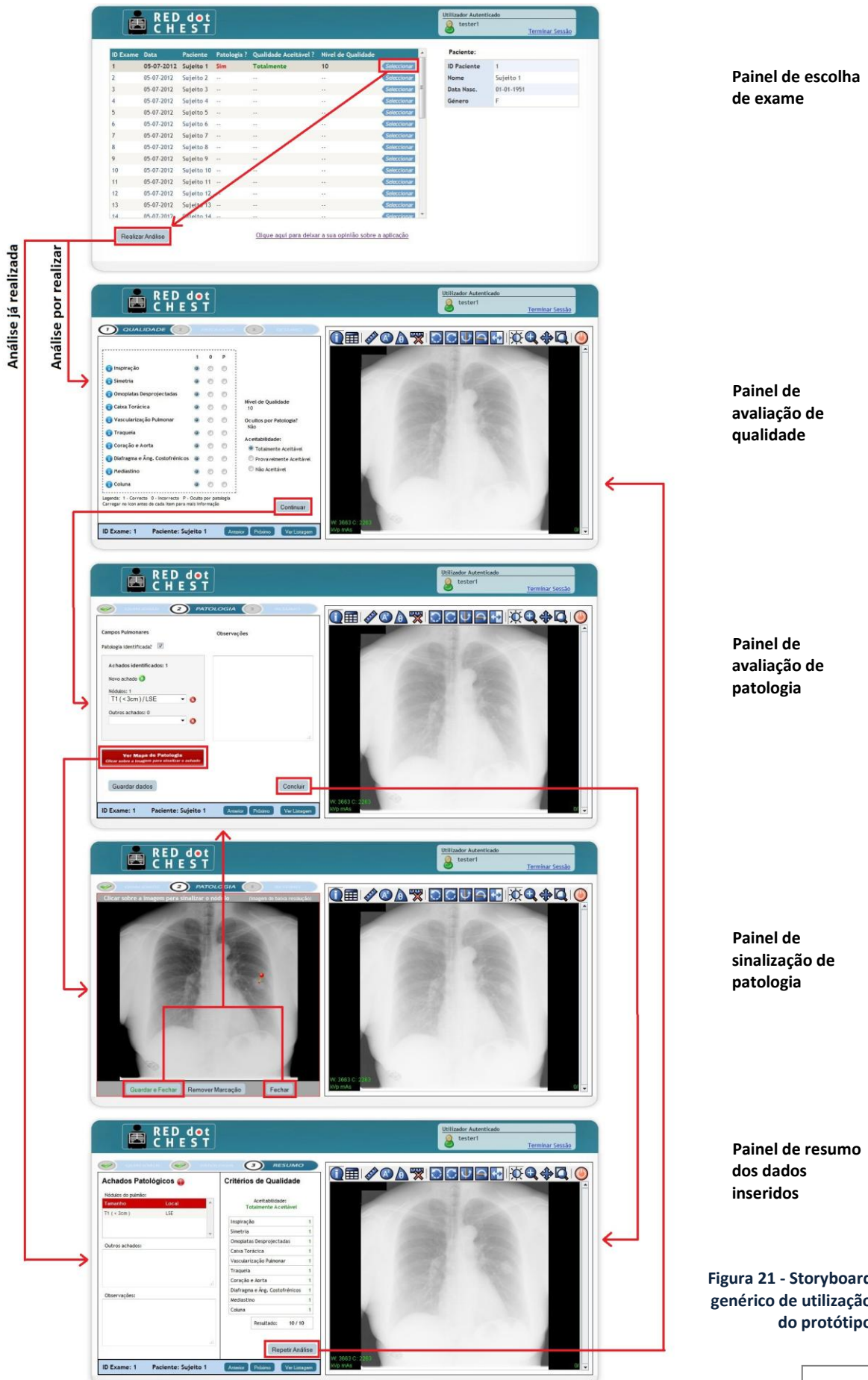
Repetir Análise

ID Exame: 9 Paciente: Sujeito 1 Anterior Próximo Ver Listagem

Figura 20 - Painel do resumo da análise da radiografia do tórax

Caso o Observador tenha concluído a sua tarefa para o exame actual, pode utilizar a barra de navegação no final do painel para navegar para o próximo exame, para o anterior, ou para a lista de exames, onde poderá escolher qualquer exame.

V.1.1.1.5 Storyboard final do protótipo



V.1.2 Base de dados da aplicação

Para sustentar toda a sua funcionalidade e guardar a informação gerada pela aplicação, foi desenhada uma base de dados, que foi integrada na base de dados criada pela plataforma ASP.NET para gestão da aplicação e respectivos utilizadores.

O modelo físico da base de dados projectada é o seguinte:

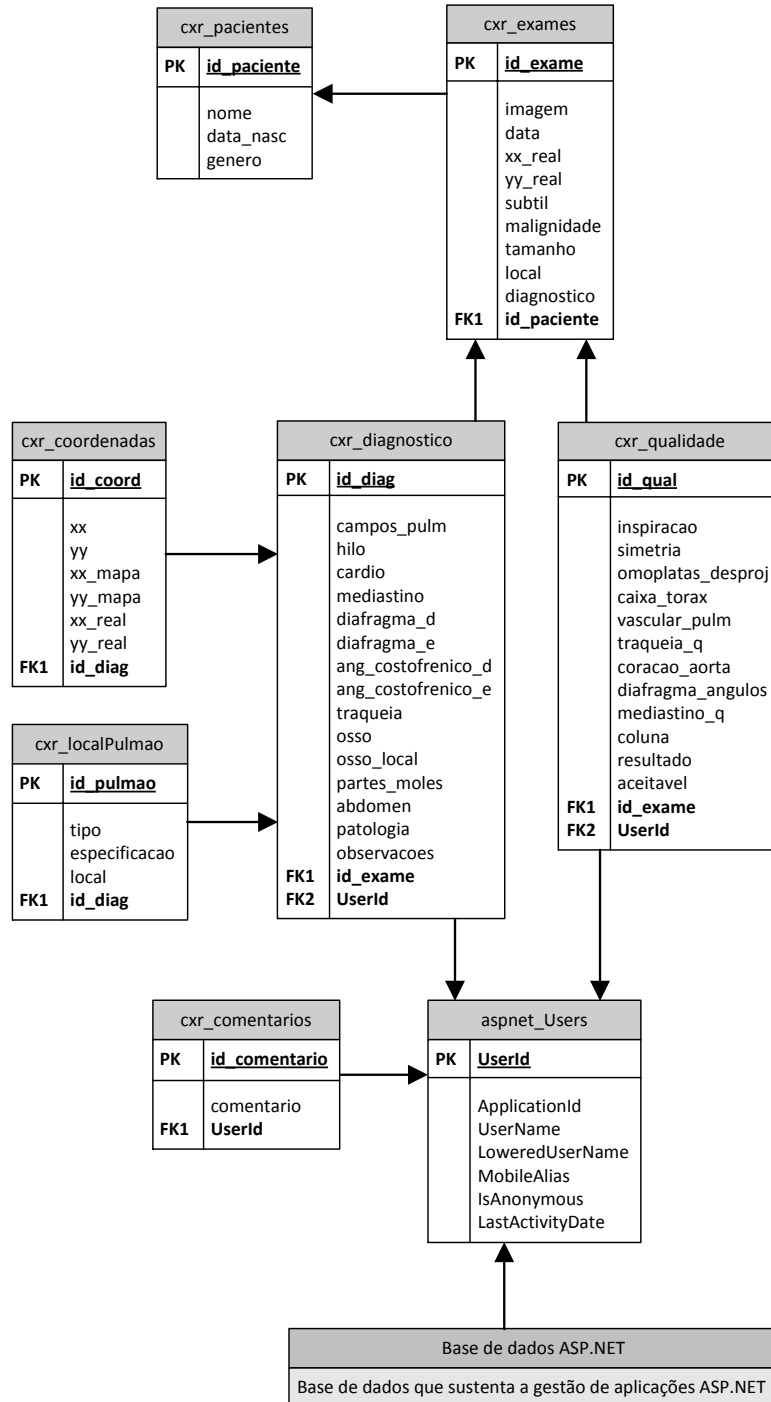


Figura 22 - Modelo físico da base de dados do protótipo

V.1.3 Validação da aceitabilidade do protótipo

Quanto aos aspectos positivos, o protótipo foi referido como “interactivo”, “simples de utilizar”, “interessante”, “intuitivo” e “prático”. No que toca a limitações, foi referida a impossibilidade de sinalizar mais do que uma patologia na imagem e não existirem campos para referenciar outros tipos de patologia, que não patologia dos campos pulmonares. Estes aspectos negativos são justificados pela tentativa de maximizar a intuitividade do protótipo através da limitação da sua funcionalidade ao estritamente necessário para realizar a análise de nódulos solitários do pulmão, excluindo a abordagem a qualquer outro tipo de patologia.

V.1.4 Análise de resultados

V.1.4.1 Análise da qualidade das imagens

No que toca à qualidade de imagem, foi analisado o nível de qualidade das imagens quanto aos critérios de qualidade e quanto à aceitabilidade subjectiva das imagens. Esta análise serviu primariamente para auferir a qualidade das imagens utilizadas nos testes perante a observação dos participantes no estudo.

Quanto aos critérios de qualidade, a média de qualidade das imagens foi cotada como 9,02, numa escala de 10. Já quanto à aceitabilidade, a maioria dos participantes considerou que 87,5% das imagens seriam totalmente aceitáveis, 9,4% das imagens seriam provavelmente aceitáveis e 3,1% das imagens poderiam ser totalmente ou provavelmente aceitáveis.

Comparativamente, os técnicos de Radiologia são mais criteriosos quanto à qualidade de imagem, sendo a sua média de classificação de 8,42. Já para os médicos, a média de classificação da qualidade das imagens é de 9,63. Tendo em conta a aceitabilidade e considerando o valor mais frequente seleccionado para cada imagem, os técnicos de Radiologia avaliaram 6 imagens como provavelmente aceitáveis e em 3 imagens a sua opinião ficou dividida pelos 3 critérios. Os médicos apenas avaliaram 4 imagens como provavelmente aceitáveis e as restantes totalmente aceitáveis. Isto demonstra que os médicos não são tão rígidos quanto ao cumprimento estrito dos

critérios de qualidade, considerando por mais vezes que as imagens têm uma qualidade adequada para diagnóstico.

V.1.4.2 Análise da sinalização de nódulos solitários do pulmão

Na detecção de nódulos solitários do pulmão, a análise foi feita de modo comparativo entre as duas classes de profissionais, de forma a averiguar a capacidade de cada uma delas neste contexto. Esta análise foi realizada a nível global, com os dados referentes a todas as imagens, e mais específico, tendo em conta o nível de dificuldade de detecção dos nódulos solitários do pulmão, de acordo com os níveis detalhados na base de dados utilizada. Para esta análise, apenas foi considerada a sinalização dos nódulos na imagem propriamente dita, uma vez que, dos métodos utilizados, é o mais específico e que não deixa margem para dúvidas quanto à correcta detecção dos nódulos. A análise foi feita visualmente, comparando a sinalização de acordo com as coordenadas indicadas na base de dados com a sinalização efectuada pelos observadores. Nos casos em que existia uma ligeira diferença entre as duas, foi utilizado o diâmetro máximo do nódulo para verificar se a sinalização do observador ainda estaria dentro da área do nódulo, sendo assim considerada correcta.

Globalmente, os médicos de clínica geral detectaram nódulos em 82,29% das imagens, com uma sensibilidade de 59,38%, não tendo detectado, ou detectado incorrectamente, em 40,63% das imagens e detectado incorrectamente em 22,92% das imagens. Os técnicos de Radiologia detectaram nódulos em 77,08% das imagens, com uma sensibilidade de 56,25%, não tendo detectado, ou detectado incorrectamente, em 43,75% das imagens e detectado incorrectamente em 20,83% das imagens.

Na análise por nível de dificuldade, as imagens foram divididas em 4 subgrupos de 8 imagens. Os subgrupos tinham níveis de dificuldade 5 (nódulo óbvio), 4 (nódulo relativamente óbvio), 3 (nódulo subtil) e 2 (nódulo muito subtil). Os dados relativos a esta análise podem ser verificados na tabela Tabela 4.

	Nível 5		Nível 4		Nível 3		Nível 2	
	Médicos	Técnicos	Médicos	Técnicos	Médicos	Técnicos	Médicos	Técnicos
Total imagens com nódulos detectados	100%	95,83%	95,83%	100%	70,83%	66,67%	62,50%	45,83%
Correctamente detectados (sensibilidade)	91,67%	75,00%	87,50%	91,67%	41,67%	54,17%	16,67%	4,17%
Incorrectamente e não detectados	8,33%	25,00%	12,50%	8,33%	58,33%	45,83%	83,33%	95,83%
Incorrectamente detectados	8,33%	20,83%	8,33%	8,33%	29,17%	12,50%	45,83%	41,67%
Não detectados	0%	4,17%	4,17%	0%	29,17%	33,33%	37,50%	54,17%

Tabela 4 - Resultados obtidos na detecção de nódulos solitários do pulmão

Como é possível verificar, para os níveis 4 e 5, a obteve-se valores de sensibilidade elevados, sofrendo um decréscimo significativo para os níveis 2 e 3, justificado pelo aumento da subtileza dos nódulos. Inversamente, a incorrecta detecção de nódulos sofreu um aumento, como seria de esperar.

Outro dado, recolhido da análise dos resultados, indica que as duas classes profissionais se podem complementar nesta tarefa. Excluindo as imagens em que nenhum dos participantes detectou qualquer nódulo, em imagens em que nenhum dos médicos foi capaz de detectar o nódulo, existiu pelo menos um técnico de Radiologia que foi capaz de o detectar. Esta situação verificou-se por 3 vezes. Já a situação inversa, ou seja, apenas participantes da classe médica a detectar um nódulo numa imagem específica, verificou-se por 1 vez.

V.2 Módulo de demonstração do protótipo para uso corrente

Tendo em conta os resultados relativos ao protótipo desenvolvido e utilizado nos testes em contexto clínico, especialmente o feedback relativo às limitações a nível de aplicabilidade prática, foi desenhado um novo módulo, com maior versatilidade e sem restrições de sinalização e registo de patologia para efeitos de demonstração. Este módulo contém as funcionalidades já incluídas no protótipo, mas com algumas

modificações, quer ao nível da interface gráfica, quer ao nível da forma como as funcionalidades estão estruturadas e são executadas, de modo a ir de encontro com algumas práticas usadas nos cuidados de saúde primários e poderem ser integradas num RIS ou visualizador de imagens DICOM para uso corrente, em contexto de prática clínica.

As principais diferenças entre este módulo demonstrativo e o utilizado para os testes em contexto clínico passam por uma interface mais limpa e com todas as funcionalidades concentradas no mesmo ecrã, sem uma sequência predefinida, uma forma de registar patologia muito menos restritiva, com a possibilidade do uso de expressões do *standard* de terminologia ICPC, uma forma de sinalização que permite incluir uma identificação para cada achado, assim como definir várias propriedades dos mesmos. Para além disso, foi ainda incluído um campo de sinais e sintomas.

O registo a nível de patologia tem um primeiro campo que permite agora introduzir os sinais e sintomas do paciente, como forma de comunicação entre técnico de Radiologia e médico ou vice-versa. O campo seguinte é o de suspeitas, onde são introduzidas as suspeitas anteriores ou posteriores à visualização da radiografia do tórax. Para ambos estes campos, é utilizado um sistema de texto livre com sugestões de termos associados aos códigos do ICPC, já usados em outras plataformas de informação dos cuidados de saúde primários, de forma a utilizar uma terminologia consistente e que facilite a análise dos dados produzidos. Embora a terminologia do ICPC normalmente inclua a indicação da localização anatómica do sinal, sintoma ou suspeita, para situações mais específica, existe um campo, também ele de texto livre com sugestões de localizações anatómicas do tórax, ainda que não utilizando nenhum *standard* de terminologia, para que se possa especificar o local do sinal, sintoma ou suspeita.

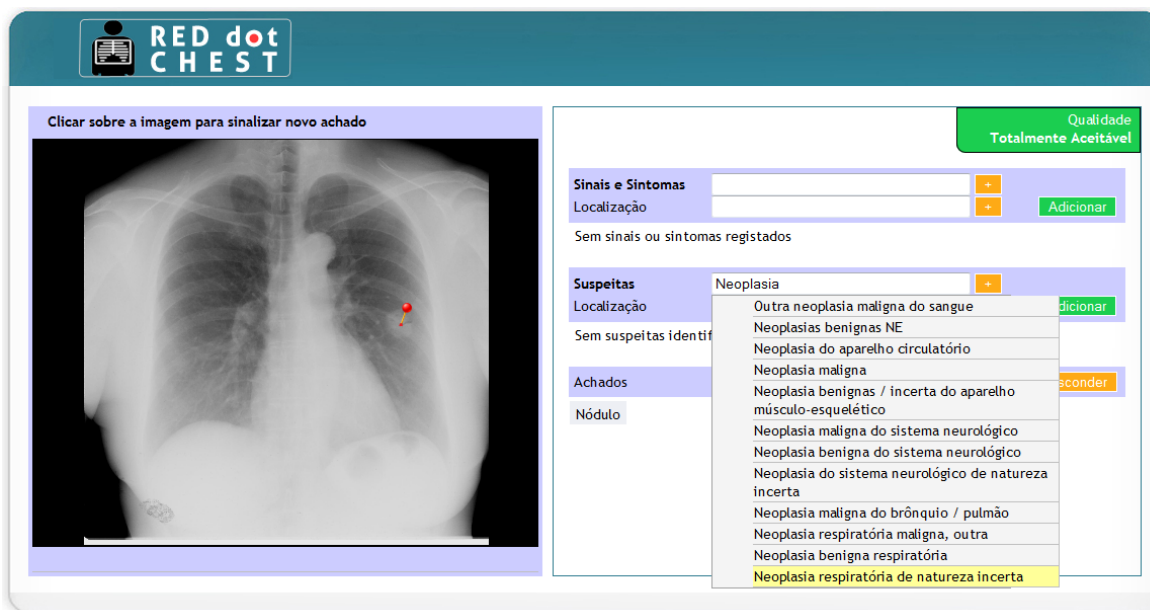


Figura 23 – Vista do módulo de demonstração com caixa de sugestões de suspeitas utilizando a terminologia ICPC

A funcionalidade de sinalização permite que seja feita a marcação de vários achados, etiquetados com uma identificação ou descrição e permite ainda adicionar várias propriedades a cada achado, como o local, tipo, dimensão, forma, contorno, densidade ou outros. Esta estrutura é uma aproximação à norma DICOM SR, que guarda resultados em forma de pares de dados, como é o caso do nome da propriedade e o seu respectivo valor. Nesta funcionalidade, devido a algumas limitações de tempo, o texto a introduzir é livre. No entanto, seria aconselhável que, tal como para os sinais e sintomas, fosse utilizado vocabulário controlado, assim como deveria ser efectuada a validação dos campos de propriedades, para que os valores introduzidos fossem guardados de uma forma normalizada. Ao nível do vocabulário, poderia ser utilizada uma selecção de termos do *standard* SNOMED-CT, que contém uma categoria de achados clínicos, no entanto, devido à sua complexidade e abrangência, esta não foi implementada.

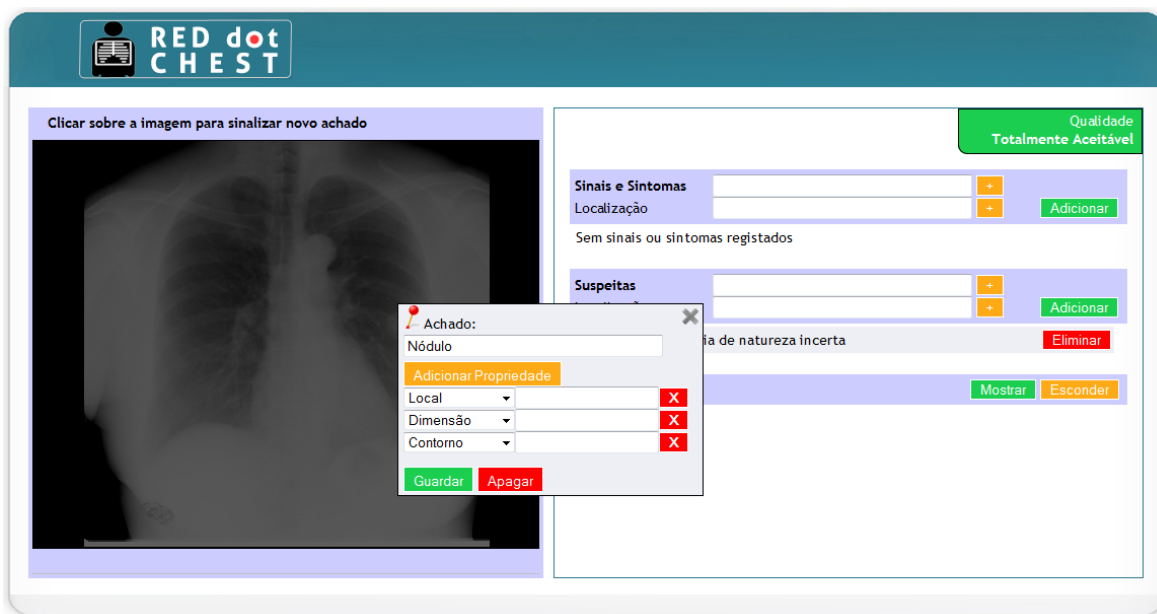


Figura 24 - Vista do módulo de demonstração com painel de caracterização do achado aberto

Quanto à avaliação da qualidade da imagem, como não é algo prioritário para o resultado do exame, é exibido um painel no canto superior direito com o nível de aceitabilidade do exame e uma cor sugestiva do mesmo para atrair a atenção do utilizador e facilitar a identificação desse nível. Para fazer a avaliação da qualidade, é possível clicar no painel, que se expande, mostrando as opções disponíveis para o utilizador. Neste painel é possível alterar o nível de aceitabilidade, indicar os critérios de qualidade que a imagem não cumpre e ainda escrever algumas notas técnicas, para informar o médico no caso de existir alguma situação que tenha prejudicado a realização do exame e consequentemente a sua qualidade.

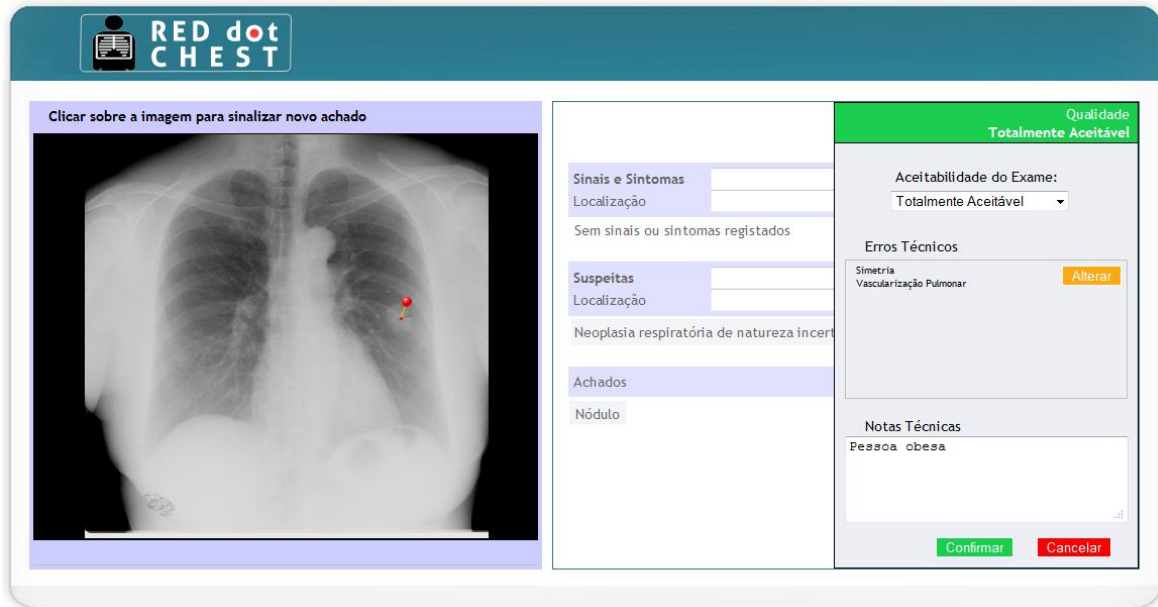


Figura 25 - Vista do módulo de demonstração com painel de avaliação de qualidade aberto

Para este módulo, foram especialmente criadas novas tabelas na base de dados. Estas tabelas servem apenas como suporte aos dados inseridos para demonstração. Embora estejam ligadas à tabela `cxr_exames` do protótipo, não é feita a gestão dos dados para cada exame, servindo esta apenas para estabelecer as relações entre as tabelas e ser perceptível que cada análise realizada é correspondente a apenas uma imagem.

O **modelo físico** da base de dados projectada é o seguinte:

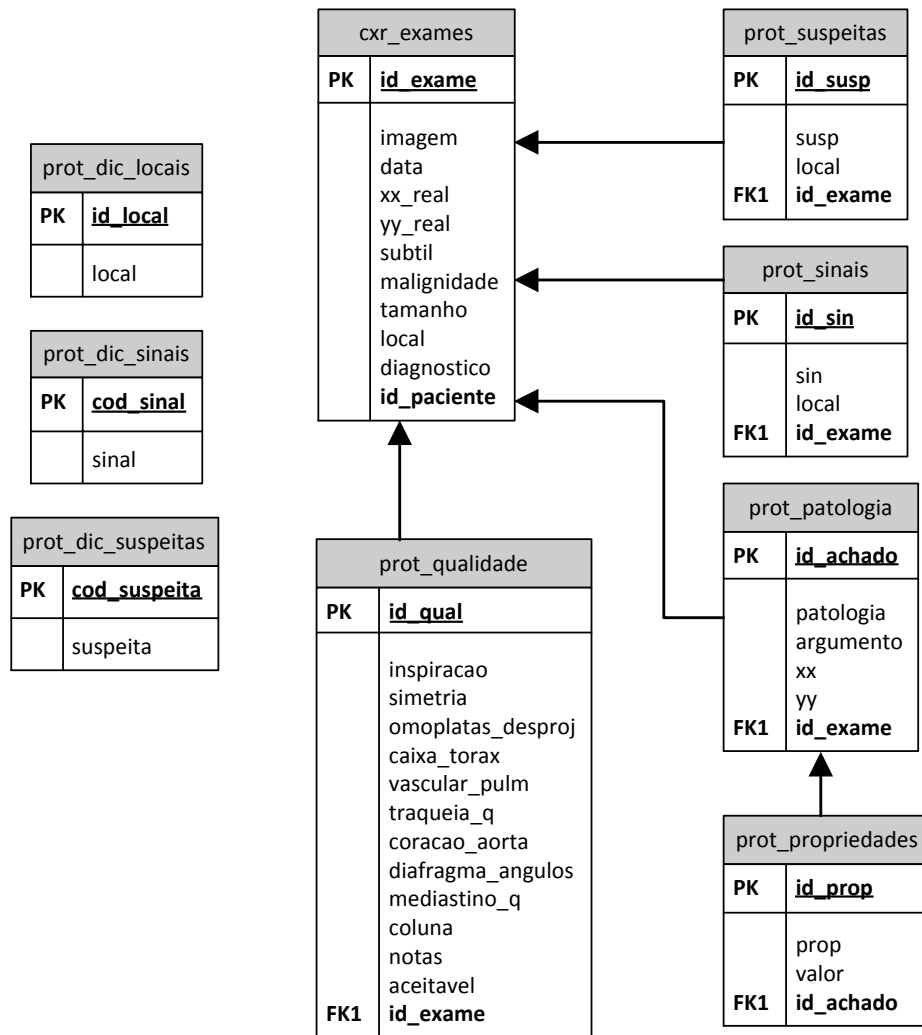


Figura 26 - Modelo físico da base de dados relativa ao módulo de demonstração

As tabelas `prot_dic_sinais`, `prot_dic_suspeitas` e `prot_dic_locais`, servem como dicionários de termos sugeridos para registo de sinais e sintomas, suspeitas e localização específica, de forma a normalizar o vocabulário utilizado, como já foi referido.

Conclusões e Análise Crítica

Discussão

O protótipo desenhado e, posteriormente, testado em contexto clínico obteve uma crítica muito positiva por parte dos técnicos de Radiologia e médicos que o experimentaram, demonstrando que este tipo de sistema poderia vir a ter uma alta aceitabilidade no contexto dos cuidados primários de saúde. O principal defeito apontado ao protótipo foi a impossibilidade de registar outro tipo de patologia que não pulmonar. Embora esta crítica seja totalmente aceitável e esta funcionalidade estivesse presente em versões iniciais do protótipo, esta limitação foi introduzida de forma deliberada, para que não se perdesse enfoque na sinalização de patologia pulmonar, mais especificamente de nódulos solitários do pulmão. Durante todas as etapas de desenvolvimento e testes do protótipo, foi sendo recolhida informação, que foi de extrema importância para a melhoria gradual do protótipo. Assim, de acordo com todo o *feedback* e de forma a exemplificar um sistema funcional para todas as situações, foi posteriormente criado um novo módulo já sem restrições.

Quanto aos resultados a nível clínico, embora a sensibilidade na sinalização dos nódulos solitários do pulmão não tivesse sido elevada, especialmente quando os níveis de dificuldade eram superiores, estes mostraram, em diversas instâncias, que um achado mais subtil que não é identificado por um profissional de saúde, pode ser identificado por outro. Com o aumento do número de observadores qualificados, aumenta-se a possibilidade de detecção de patologia mais precocemente, funcionando a detecção numa lógica de linha de observação com vários profissionais, minimizando a possibilidade de erros e aumentando assim a qualidade dos cuidados de saúde. É no entanto necessário ter cuidado para que não exista uma identificação exagerada de patologia, isto é um aumento de falsos positivos. Como são os médicos os responsáveis clínicos dos pacientes, devem ser estes a definir o resultado do exame ou redireccionamento do paciente para cuidados especializados, como já acontece actualmente, devendo funcionar o diagnóstico dos técnicos de Radiologia apenas

como indicativo e provisório. É de notar que, apenas com recurso à radiografia do tórax, em muitos casos é quase impossível fazer o diagnóstico, sendo que, em caso de suspeita, o recurso à TC é de elevada importância, uma vez que tem uma acuidade muito superior na detecção de nódulos de pequena dimensão, o que justifica também a baixa sensibilidade nos testes efectuados. Ainda assim, o nível de exigência para os técnicos de Radiologia deve ser mantido a alto nível, uma vez que um diagnóstico displicente vai contra o objectivo final deste sistema, que é a melhoria dos cuidados de saúde. A análise e diagnóstico efectuados pelo técnicos de Radiologia pode contribuir neste sentido, uma vez que estes podem detectar lesões não identificadas pelos médicos.

A experiência profissional dos observadores também é um factor de grande relevo nos resultados obtidos. Os técnicos de Radiologia participantes no estudo possuíam uma experiência profissional de mais de 5 anos. Já os médicos possuíam uma experiência profissional de mais de 10 anos. Tendo isto em conta, pode-se inferir que, em diferentes unidades de cuidados de saúde primários, as diferenças entre as duas classes de profissionais, no que toca à sensibilidade na detecção de nódulos solitários do pulmão, pode variar.

Para melhorar a acuidade diagnóstica e consequentemente a eficácia deste sistema, como já acontece nos outros países que o utilizam, é aconselhável a criação de planos de formação para treino clínico dos profissionais no diagnóstico e registo de patologia, principalmente as mais incidentes, como é o caso dos nódulos solitários do pulmão.

Considerações finais e trabalhos futuros

O protótipo desenvolvido cumpre o objectivo proposto, no entanto, tem algumas limitações a nível funcional, assim como não reflecte o fluxo de trabalho e a interacção técnico de Radiologia-médico, nem faz um uso próprio das funcionalidades da tecnologia disponível, como é o caso de funcionalidade inerentes à norma DICOM. As primeiras limitações reflectem as dificuldades no desenvolvimento do mesmo, uma vez que foi produto do uso de uma nova tecnologia, a nível pessoal, e de um processo de auto-aprendizagem relativa à mesma, que necessitou de muitas horas de estudo e pesquisa de informação.

O fluxo de trabalho não está reflectido no protótipo, uma vez que o objectivo deste era testar a aptidão de ambos os tipos de utilizadores nas várias componentes de avaliação de uma radiografia do tórax, assim como a mais-valia para o diagnóstico que resultaria da participação de ambos. Para além disso, como foi delineado que os testes seriam efectuados via internet e o treino dos utilizadores seria mínimo (apenas através da leitura de um conjunto de instruções iniciais, o mais sintéticas possível), a funcionalidade foi reduzida ao mínimo necessário para efectuarem a tarefa de avaliação de qualidade e detecção de nódulos solitários do pulmão, apenas permitindo uma marcação na imagem. Desta forma, tentaram-se reduzir os erros decorrentes da utilização imprópria do protótipo.

Para aproximar o protótipo a um sistema mais prático, realista e aplicável à rotina de trabalho, foi criado o módulo de demonstração, com as mesmas funcionalidades, mas agora sem as limitações impostas anteriormente e com uma interface gráfica renovada, ainda que sem tantos elementos gráficos (p.e.: painel de selecção dos lobo pulmonar). Esta interface pretendia que os processos para realizar uma determinada funcionalidade fossem mais simples e rápidos de executar, dando prioridade ao registo de patologia face à qualidade. A abordagem utilizada para controlar o vocabulário e permitir o uso de *standards* de terminologia médica foi a de sugestões de acordo com o texto introduzido. Esta abordagem, embora versátil, tem a desvantagem de ser necessário que os utilizadores conheçam a terminologia usada no *standard* aplicado. Para ultrapassar isto, poderiam ter sido introduzidos painéis onde

fosse possível a consulta dos termos por categoria. Desta forma, os utilizadores poderiam mais facilmente explorar a terminologia ao seu dispor. Outra limitação é a falta de controlo do vocabulário e valores das propriedades dos achados. Isto poderia ter sido concretizado através do uso de um *standard* de terminologia de referência, como é o caso do SNOMED-CT. Este *standard* necessita no entanto de licenciamento para o seu uso, não existe ainda a tradução completa para português e seria necessário fazer uma selecção dos termos a utilizar para o caso específico da radiografia do tórax, uma vez que o seu dicionário é extremamente extenso.

Tendo em conta a rotina de prescrição, realização de exames e consulta, para que o sistema seja funcional dentro de uma infra-estrutura de cuidados primários de saúde e otimizar o fluxo de trabalho, que deve ser a base de desenvolvimento de qualquer sistema de informação, o sistema final deveria respeitar um fluxograma similar ao apresentado na figura Figura 27 - Fluxograma representativo do fluxo de trabalho e interacção técnico de Radiologia/médico. De notar que o fluxograma representa o procedimento ideal para um sistema do tipo *Red Dot*, no entanto, deveria ser sempre permitido ao médico realizar a sua análise da patologia, independentemente de o técnico de Radiologia já ter analisado o estudo em questão ou não. Já quanto à avaliação da qualidade das imagens, embora seja do interesse dos médicos que os estudos sejam realizados da forma mais correcta, não é da sua responsabilidade a sua avaliação, pelo que poderia não ser muito bem aceite pelos mesmos devido ao tempo despendido no processo. No entanto, seria importante deixar em aberto a possibilidade de os médicos identificarem imagens com uma qualidade inferior aos padrões normais. As imagens identificadas como tal poderiam estar depois disponíveis ao responsável pelo controlo de qualidade das mesmas, de forma a poder averiguar a causa de tais situações e tomar medidas se necessário.

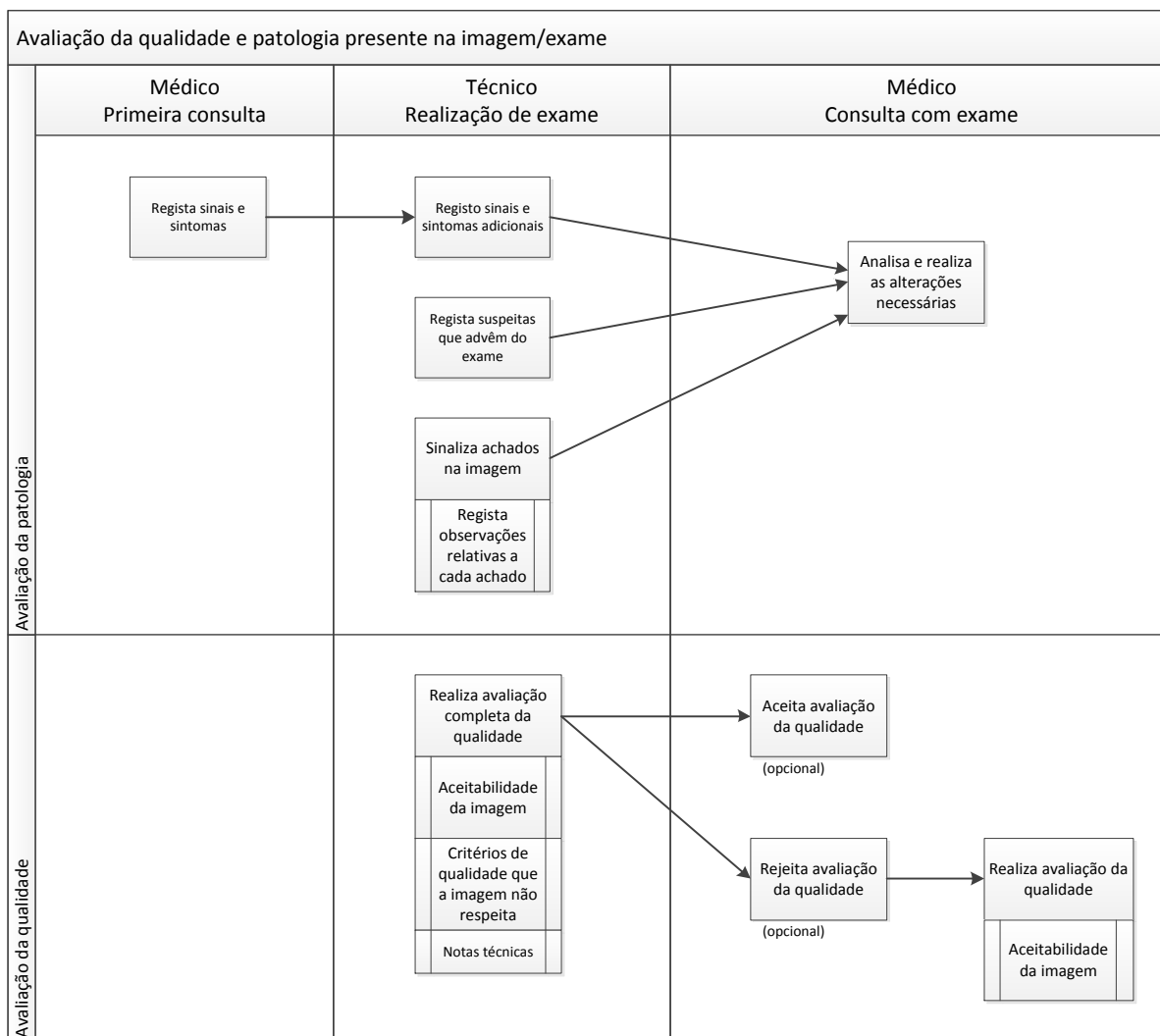


Figura 27 - Fluxograma representativo do fluxo de trabalho e interacção técnico de Radiologia/médico

Algumas das tarefas representadas no fluxograma da figura Figura 27 irão acrescer à habitual rotina de trabalho dos profissionais envolvidos, principalmente no caso dos técnicos de Radiologia, que iriam assim acumular mais uma competência. Deste modo, ao ser desenvolvido um sistema que contemple este fluxo de trabalho, o seu desenho deve ser minimalista e intuitivo, respeitando os bons princípios da interacção homem-máquina e ao mesmo tempo abordando todos os aspectos essenciais ao desempenho da tarefa, de forma a maximizar a usabilidade do sistema. Desta forma, promove-se a satisfação dos utilizadores, através da minimização do tempo de realização da tarefa, assim como do tempo de aprendizagem, e aumenta-se a eficiência da tarefa.

Quanto à avaliação da patologia presente na imagem, a funcionalidade de sinalização de achados radiográficos deve estar integrada no próprio visualizador DICOM, assim como este deve permitir guardar a informação inserida dentro do formato DICOM, nos seus campos SR, ficando assim esta informação associada aos próprios estudos imagiológicos. Desta forma, é possível correlacionar facilmente a informação espacial dos achados com a imagem propriamente dita, através de visualizadores preparados para o efeito. É ainda possível guardar, neste tipo de cabeçalhos, a informação acerca do observador que realizou a análise do estudo e o estado da análise, permitindo ao sistema lidar com a forma como apresenta os resultados, dependendo de quem os tenta visualizar.

Os dados gerados por um sistema deste tipo, guardados numa base de dados bem estruturada, têm imenso valor. Estes podem ser utilizados no controlo de qualidade das imagens, directamente relacionado com a avaliação do desempenho dos técnicos de Radiologia, caso o sistema de autenticação seja utilizado de forma efectiva pelos mesmos, para que seja possível atribuir indubitavelmente a execução de um exame a um individuo. Ao nível da patologia, seria também uma mais-valia, quer para poder quantificar em termos estatísticos a presença de diversos tipos de patologia na população, quer para complementar sistemas de apoio à decisão, quer para poder seleccionar imagens para efeitos de investigação ou ensino clínico. Para isto, é também importante a utilização de dicionários de linguagem e termos médicos, como é o caso dos *standards* de terminologia SNOMED-CT, ICD e ICPC (usado no módulo demonstrativo), para registar os achados e suspeitas.

Para além da análise de radiografias do tórax e detecção de nódulos solitários do pulmão, um sistema deste tipo poderia abranger todos os estudos radiográficos do sistema músculo-esquelético, uma vez que as fracturas são outra das situações nas quais poderia ter um papel importante. É neste contexto que o sistema *Red Dot* é primariamente utilizado no panorama internacional.

Conclusão

A extensão das competências funcionais dos técnicos de Radiologia em Portugal tem ainda um longo caminho a percorrer até atingir a aceitação e sucesso que se verifica em outras localizações, como são os casos do Reino Unido e da Austrália.

Os sistemas de informação em saúde podem ter um papel importante como impulsionadores neste campo. Um sistema de informação, bem projectado e desenhado para esta finalidade, pode cativar e incentivar a adopção um sistema semelhante ao *Red Dot* por parte dos prestadores de cuidados de saúde primários, como foi demonstrado pelo entusiasmo dos utilizadores do protótipo. Como vantagem paralela a esta adopção, os resultados dos exames começariam a ser guardados de forma estruturada, o que abriria novas portas ao processamento e análise dos resultados dos exames e uma potencial melhoria dos cuidados prestados aos pacientes.

Este tipo de sistemas de informação devem, portanto, ser vistos como um poderoso meio de suporte a novos tipos de actividade e partilha de competências entre diferentes profissionais de saúde, de forma a utilizar todo o potencial dos recursos humanos presentes nas organizações de saúde, sempre em prol da melhoria dos cuidados de saúde. É ainda importante ter em conta que, caso seja viável, a participação dos utilizadores finais na fase de desenho do sistema pode ser um factor chave para o sucesso do mesmo, assim como o uso de protótipos durante esta fase, para que seja possível terem uma experiencia interactiva e darem sugestões de melhoria. Desta forma aumenta-se a probabilidade de se criar um sistema com elevada usabilidade e que se adapte às expectativas e necessidades dos utilizadores e das instituições de saúde onde se inserem, o que irá beneficiar ultimamente a qualidade dos cuidados de saúde.

Referências

- ACS. (2009). *Recomendações nacionais para diagnóstico e tratamento do cancro do pulmão*: Alto Comissariado da Saúde. Disponível em: http://www.portaldasaude.pt/NR/rdonlyres/AC02179B-4D17-4B28-8D1E-77E36F0FC57C/0/acspulmao_web.pdf
- ACSS. (2011). *Classificação internacional de cuidados de saúde primários*: Administração Central do Sistema de Saúde. Disponível em: http://www.acss.min-saude.pt/Portals/0/apmcg_ICPC%20v%201.7.pdf
- Aldosari, B. (2012). User acceptance of a picture archiving and communication system (PACS) in a Saudi Arabian hospital radiology department. *BMC Med Inform Decis Mak*, 12, 44. doi: 10.1186/1472-6947-12-44 Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22640490>
- Alves, L., Bastos, J., & Lunet, N. (2009). Trends in lung cancer mortality in Portugal (1955-2005). *Rev Port Pneumol*, 15(4), 575-587. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19547892>
- Avison, D., & Fitzgerald, G. (2003). Where now for development methodologies? *Communications of the ACM*, 46(1), 78-82. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=602423&coll=ACM&dl=ACM>
- Barbosa, F., Maciel, L. M., Vieira, E. M., Azevedo Marques, P. M., Elias, J., & Muglia, V. F. (2010). Radiological reports: a comparison between the transmission efficiency of information in free text and in structured reports. [Comparative Study]. *Clinics (Sao Paulo)*, 65(1), 15-21. doi: 10.1590/S1807-59322010000100004 Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20126341>
- Bowman, S. (2005). Coordinating SNOMED-CT and ICD-10. *J AHIMA*, 76(7), 60-61. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16097126>
- Busch, H. (2004). DIMOND III - Final Report. Disponível em: http://www.dimond3.org/WEB_DIMOND3/presentationR.htm
- Carvalho, L., Cardoso, E., Nunes, H., Baptista, V., Gomes, A., & Couceiro, P. (2009). [The IASLC lung cancer staging project. Comparing the current 6(th) TNM edition with the proposed 7(th) edition]. [Comparative Study Review]. *Rev Port Pneumol*, 15(1), 67-76. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19145388>
- CHCF, C. H. F. (2004). Clinical data standards explained. Disponível em: http://www.iha.org/pdfs_documents/calinx/FactSheetClinicalDataStandardsExplained.pdf
- Chen-Yuan, C., & Cleeff, M. (2008). *Handbook for District Hospitals in Resource Constrained Settings on Quality Assurance of Chest Radiography: for better TB control and health system strengthening*.
- Clunie, D. A. (2000). *DICOM structured reporting*. Bangor, Pa.: PixelMed Pub.

- CMS. (2005). *Selecting a development approach*: Centers for Medicare and Medicaid Services. Disponível em: <http://www.cms.gov/Research-Statistics-Data-and-Systems/CMS-Information-Technology/XLC/Downloads/SelectingDevelopmentApproach.pdf>
- Corne, J., & Pointon, K. (2010). *Chest x-ray made easy* (3rd ed.). Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Daraghmi, Y., Cullen, R., & Goh, T. (2008). Mixed Methodology Design for Improving Usability of e-Health systems. Disponível em: <http://www.hinz.org.nz/uploads/file/2008conference/P07.pdf>
- DICOM. (2012). DICOM Strategic Document. Disponível em: <http://medical.nema.org/dicom/geninfo/strategy.pdf>
- Eng, P., & Cheah, F.-K. (2005). *Interpreting chest x-rays : illustrated with 100 cases*. Cambridge ; New York: Cambridge University Press. Disponível em: <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0632/2005047167-d.html>
- ESR. (2011). Good practice for radiological reporting. Guidelines from the European Society of Radiology (ESR). *Insights Imaging*, 2(2), 93-96. doi: 10.1007/s13244-011-0066-7 Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22347937>
- EUR16260. (1996). European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images. Disponível em: <ftp://ftp.cordis.lu/pub/fp5-euratom/docs/eur16261.pdf>
- Fernandez, A., Janete, F., & Zamboni, M. (2002). Diagnosis and staging of lung cancer. *J Pneumol*, 28(4), 219-228.
- Fichman, R., Kohli, R., & Krishnan, R. (2011). The role of information systems in healthcare: Current research and future trends. *Information Systems Research*, 22(3), 419-428. Disponível em: <http://isr.journal.informs.org/content/22/3/419.abstract>
- Freeman, C. (2006). *Medical image interpretation and clinical reporting by non-radiologists : the role of the radiographer* (2nd ed. ed.). London: College of Radiographers. Disponível em: <http://www.improvement.nhs.uk/documents/18weeks/Medical-image-interpretation.pdf>
- Graham, R. N., Perriss, R. W., & Scarsbrook, A. F. (2005). DICOM demystified: a review of digital file formats and their use in radiological practice. [Review]. *Clin Radiol*, 60(11), 1133-1140. doi: 10.1016/j.crad.2005.07.003 Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16223609>
- Hardy, A., Poulos, A., Emanuel, N., & Reed, W. (2010). An investigation of advanced practice carried out by radiographers in New South Wales. *The Radiographer*, 57(3), 5. Disponível em: <http://www.minnisjournals.com.au/radiographer/article/An-investigation-of-advanced-practice-carried-out-by-radiographers-in-New-South-Wales-139>
- Hood, M., & Scott, H. (2006). Introduction to Picture Archiving and Communication Systems. *Journal of Radiology Nursing*, 25(3), 69-74. Disponível em: <http://www.uwf.edu/sahls/medicalinformatics/docfiles/IntroPACS.pdf>

- Hussein, R., Engelmann, U., Schroeter, A., & Meinzer, H. P. (2004). DICOM structured reporting: Part 2. Problems and challenges in implementation for PACS workstations. [Review]. *Radiographics*, 24(3), 897-909. doi: 10.1148/rg.243035722 Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15143239>
- INE. (2011). *Classificação Portuguesa das Profissões 2010*: Instituto Nacional de Estatística. Disponível em: http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpu b_boui=107961853&PUBLICACOESmodo=2
- Jenkins, P. F. (2005). *Making sense of the chest x-ray : a hands-on guide*. London: Hodder Arnold. Disponível em: <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy1302/2006271314-b.html>
- Jeong, Y. J., Yi, C. A., & Lee, K. S. (2007). Solitary pulmonary nodules: detection, characterization, and guidance for further diagnostic workup and treatment. [Review]. *AJR Am J Roentgenol*, 188(1), 57-68. doi: 10.2214/AJR.05.2131 Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17179346>
- Johnson, C. M., Johnson, T. R., & Zhang, J. (2005). A user-centered framework for redesigning health care interfaces. [Research Support, N.I.H., Extramural Research Support, Non-U.S. Gov't Research Support, U.S. Gov't, P.H.S.]. *J Biomed Inform*, 38(1), 75-87. doi: 10.1016/j.jbi.2004.11.005 Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15694887>
- JSRT, & JRS. (1997). *Standard Digital Image Database: Chest Lung Nodules and Non-Nodules*: Japanese Society of Radiological Technology, Japanese Radiological Society. Disponível em: http://www.jsrt.or.jp/web_data/english03.php
- Kushniruk, A. W., Borycki, E. M., Kuwata, S., & Kannry, J. (2011). Emerging approaches to usability evaluation of health information systems: towards in-situ analysis of complex healthcare systems and environments. *Stud Health Technol Inform*, 169, 915-919. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21893879>
- Langley, J., & Beasley, C. (2007). *Health information technology for improving quality of care in primary care settings*: Agency for Healthcare Research and Quality. Disponível em: http://praxisinformatik.ch/cd/Daten/fileadmin/Kundendaten/Allgemein/Literatur/AHR Q_HIT_Primary_Care_July07.pdf
- Mott, T. F., Goodwin, C., Harsora, P., & Sanni-Thomas, R. (2007). Clinical inquiries. What is the best approach to a solitary pulmonary nodule identified by chest x-ray? *J Fam Pract*, 56(10), 845-847. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17908518>
- NHS. (2005). *Referral guidelines for suspected cancer*. London: N.H.S. National Institute for Health and Clinical Excellence. Disponível em: <http://www.nice.org.uk/CG027>
- Park, H., & Hardiker, N. (2009). Clinical terminologies: A solution for semantic interoperability. *J Kor Soc Med Informatics*, 15(1), 1-11. Disponível em: <http://synapse.koreamed.org/Synapse/Data/PDFData/0088JKSMI/jksmi-15-1.pdf>
- Parsons, P. E., & Heffner, J. E. (2006). *Pulmonary/respiratory therapy secrets* (3rd ed. ed.). Edinburgh: Elsevier Mosby.

- Patrick, J., Wang, Y., & Budd, P. (2006). Automatic mapping clinical notes to medical terminologies. 75-82. Disponível em: <http://www.aclweb.org/anthology/U06-1012>
- Pereira, A., Giest, S., Dumortier, J., & Artmann, J. (2010). eHealth strategies, country brief: Portugal. Disponível em: http://ehealth-strategies.eu/database/documents/Portugal_CountryBrief_eHStrategies.pdf
- Pressman, R. S. (2010). *Software engineering : a practitioner's approach* (7th ed.). New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Radovanovic, H., & Armfield, N. (2005). Radiographer reporting in emergency departments - a literature review. *The Radiographer*, 52(3), 32-25. Disponível em: <http://www.minnisjournals.com.au/images/articles/pdf/article-pdf-0235.pdf>
- RCR. (2006). *Standards for the reporting and interpretation of imaging investigations*. London: Royal College of Radiologists. Disponível em: <http://www.rcr.ac.uk/docs/radiology/pdf/StandardsforReportingandInterpwebvers.pdf>
- RCR. (2008). *Radiology information systems*. London: The Royal College of Radiologists. Disponível em: http://www.rcr.ac.uk/docs/radiology/pdf/IT_guidance_RISApr08.pdf
- RCR. (2010). *Medical image interpretation by radiographers : guidance for radiologists and healthcare providers*. London: Royal College of Radiologists.
- RCR. (2012). *iRefer : making the best use of clinical radiology*. London: Royal College of Radiologists.
- Rimmer, J. (2004). Improving software environments through usability and interaction design. [Review]. *J Audiov Media Med*, 27(1), 6-10. doi: 10.1080/01405110310001639050 Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15203694>
- Robertson, I. D., & Saveraid, T. (2008). Hospital, radiology, and picture archiving and communication systems. *Vet Radiol Ultrasound*, 49(1 Suppl 1), S19-28. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18283982>
- SCoR, & RCR. (2007). *Team working within clinical imaging: A contemporary view of skills mix: The Society and College of Radiographers, The Royal College of Radiologists*. Disponível em: <http://www.improvement.nhs.uk/documents/18weeks/Team-working.pdf>
- Smith, L. A. C. (2006). The Red-Dot system in medical imaging: ethical, legal and human rights considerations. *The Radiographer*, 53(3), 4-6. Disponível em: <http://www.minnisjournals.com.au/images/articles/pdf/article-pdf-0212.pdf>
- Snaith, B., & Hardy, M. (2007). Radiographer abnormality detection schemes in the trauma environment - An assessment of current practice. *Radiography*, 1-5. Disponível em: [http://www.health.gov.au/internet/nhrc/publishing.nsf/Content/332/\\$FILE/332%20ATTACHMENT%20D%20-%20Snaith%20&%20Hardy%20Nov%202007.pdf](http://www.health.gov.au/internet/nhrc/publishing.nsf/Content/332/$FILE/332%20ATTACHMENT%20D%20-%20Snaith%20&%20Hardy%20Nov%202007.pdf)
- Sonnex, E. P., Tasker, A. D., & Coulden, R. A. (2001). The role of preliminary interpretation of chest radiographs by radiographers in the management of acute medical problems within a cardiothoracic centre. *Br J Radiol*, 74(879), 230-233. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11338098>

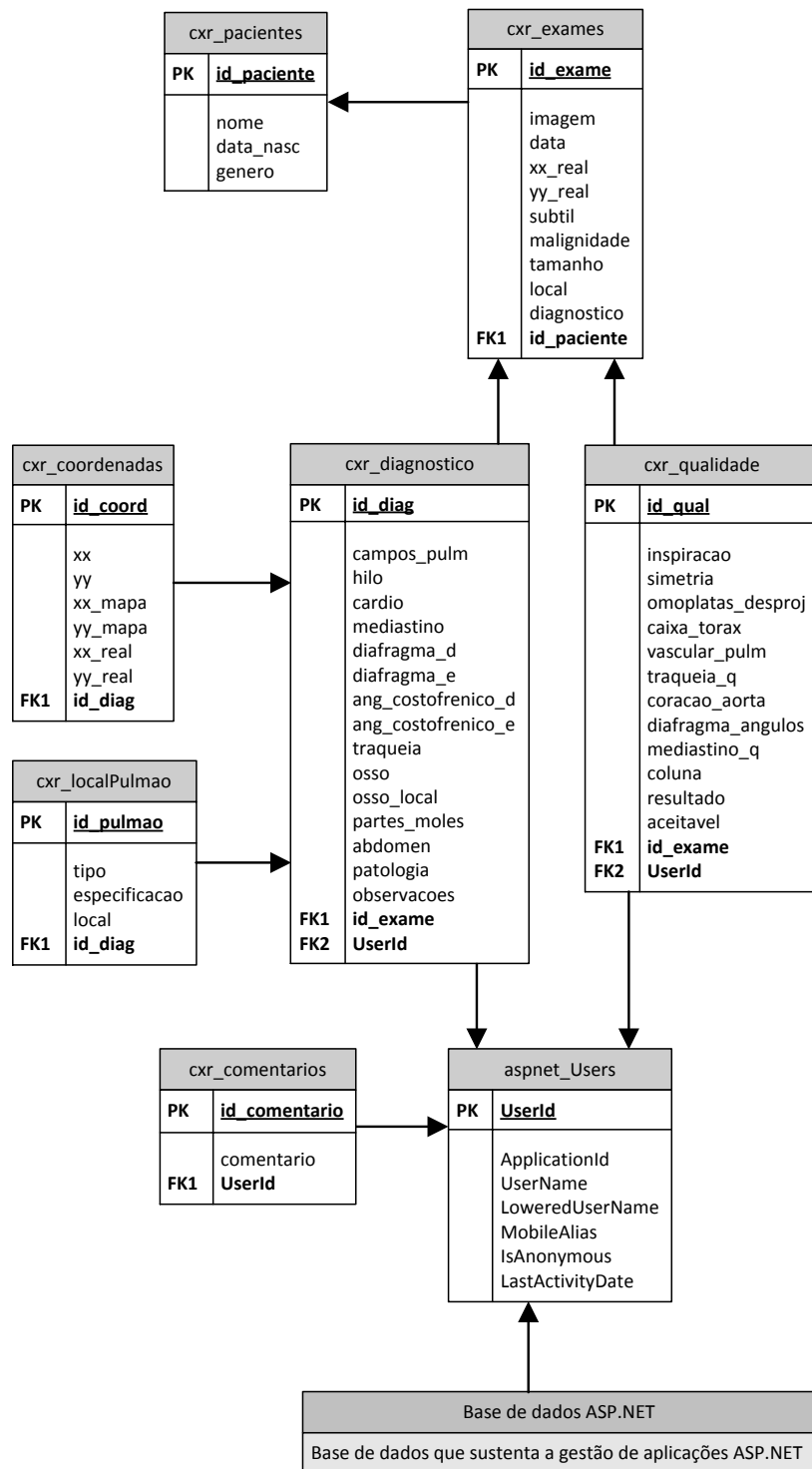
- Spackman, K., & Elevitch, F. (2004). Standardization of clinical terminology to support information technology in health. *Business Briefing: Global Healthcare - Advanced Medical Technologies*. Disponível em: http://www.touchbriefings.com/pdf/950/spackman_book.pdf
- Tan, B. B., Flaherty, K. R., Kazerooni, E. A., & Iannettoni, M. D. (2003). The solitary pulmonary nodule. [Guideline Practice Guideline]. *Chest*, 123(1 Suppl), 89S-96S. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12527568>
- Teles, P., Sousa, M. C., Paulo, G., & Santos, J. (2012). Relatório sobre os resultados do projecto Dose Datamed 2 Portugal. Disponível em: http://www.itn.pt/projs/ddm2-portugal/Relatorio_Dose_Datamed2_Portugal.pdf
- Watson, S., Jones, A., Oatway, W., & Hughes, J. (2005). Ionising Radiation Exposure of the UK Population: 2005 Review. *Health Protection Agency - Radiation Protection Division*. Disponível em: http://www.hpa.org.uk/webc/HPAwebFile/HPAweb_C/1194947389360
- Williams, I. (2009). Reporting trauma and emergency plain film radiographs: Radiologists' support for role extension of South African radiographers. [Journal Article]. *The South African Radiographer*, 47(1), 4. Disponível em: <http://www.sar.org.za/index.php/sar/article/view/138/>

ANEXOS

ANEXO A

Descrição da base de dados do protótipo usado para os testes clínicos

O modelo físico da base de dados projectada é o seguinte:



As **principais tabelas** criadas e a descrição dos seus atributos são os seguintes:

1. Tabela **cxr_pacientes**

Contém toda a informação disponível relativa aos pacientes associados a cada imagem da base de dados.

Nome do Atributo	Tipo de Dados	Descrição
id_paciente	INT	Código único do paciente, atribuído incrementalmente pelo sistema de gestão da base de dados (p.e.: 2)
nome	VARCHAR(50)	Nome atribuído a um paciente (p.e.: Sujeito 9)
data_nasc	DATE	Data de nascimento do paciente (p.e.: 15-09-1984)
genero	VARCHAR(1)	Género do paciente (p.e.: M)

Tabela BD 1 – Tabela da base de dados da aplicação: **cxr_pacientes**

2. Tabela cxr_exames

Contém toda a informação disponível relativa às imagens de radiografias do tórax presentes na base de dados utilizada.

Nome do Atributo	Tipo de Dados	Descrição
id_exame	INT	Código único do exame, atribuído incrementalmente pelo sistema de gestão da base de dados (p.e.:5)
imagem	VARCHAR(MAX)	Nome do ficheiro de imagem no disco rígido (p.e.: JPCLN006_001)
data	DATE	Data de inserção do exame no sistema (p.e.: 05-07-2012)
xx_real	VARCHAR(4)	Valor da coordenada X relativa à localização do nódulo (p.e.: 737)
yy_real	VARCHAR(4)	Valor da coordenada Y relativa à localização do nódulo (p.e.: 1093)
subtil	VARCHAR(1)	Valor do nível de subtileza da patologia na imagem (p.e.: 5)
malignidade	VARCHAR(7)	Característica do nódulo (p.e.: Maligno / Benigno)
tamanho	VARCHAR(5)	Valor do tamanho do nódulo em milímetros (p.e.: 15)
local	VARCHAR(3)	Localização abreviada do nódulo, de acordo com a divisão lobular dos campos pulmonares (p.e.: LMD)
diagnostico	VARCHAR(50)	Designação da patologia diagnosticada (p.e.: Cancro do pulmão)
id_paciente	INT	Código único do paciente, atribuído incrementalmente pelo sistema de gestão da base de dados (p.e.: 2)

Tabela BD 2 - Tabela da base de dados da aplicação: cxr_exames

3. Tabela cxr_qualidade

Contém todos os atributos passíveis de serem avaliados quanto à qualidade de imagem de uma radiografia do tórax em projecção frontal. Os valores relativos aos itens marcados com * são definidos segundo as “guidelines” internacionais, podendo ser “1”, representativo de aceitável, “0”, representativo de não aceitável, e “P”, representativo de oculto por patologia. Para o atributo “aceitavel”, os valores possíveis são “Totalmente”, “Provavelmente” e “Não”.

Nome do Atributo	Tipo de Dados	Descrição
id_qual	INT	Código único da avaliação de qualidade, atribuído incrementalmente pelo sistema de gestão da base de dados (p.e.: 19)
inspiracao	VARCHAR(1)	* Valor relativo à inspiração
simetria	VARCHAR(1)	* Valor relativo à simetria do posicionamento
omoplatas_desproj	VARCHAR(1)	* Valor relativo à posição das omoplatas
caixa_torax	VARCHAR(1)	* Valor relativo à visualização da caixa torácica
vascular_pulm	VARCHAR(1)	* Valor relativo à vascularização pulmonar
traqueia_q	VARCHAR(1)	* Valor relativo à visualização da traqueia
coracao_aorta	VARCHAR(1)	* Valor relativo à visualização da sombra cardíaca e crossa da aorta
diafragma_angulos	VARCHAR(1)	* Valor relativo à visualização do diafragma e ângulos costofrénicos bem definidos
mediastino_q	VARCHAR(1)	* Valor relativo à visualização do mediastino
coluna	VARCHAR(1)	* Valor relativo à visualização da coluna
resultado	VARCHAR(1)	Resultado da soma de todos os itens definidos nas “guidelines” internacionais
aceitavel	VARCHAR(10)	Valor relativo à aceitabilidade geral do exame, de acordo com as “guidelines” internacionais
id_exame	INT	Código único do exame, atribuído incrementalmente pelo sistema de gestão da base de dados (p.e.:5)
UserId	uniqueidentifier	Código único do utilizador, atribuído aleatoriamente pelo sistema de gestão da base de dados (p.e.: 8cf969e5-161c-4be4-b253-c7654f75413e)

Tabela BD 3 - Tabela da base de dados da aplicação: cxr_qualidade

4. Tabela cxr_diagnostico

Contém os atributos gerais relativos às estruturas/zonas anatómicas observáveis na radiografia do tórax em projecção frontal, passíveis de possuírem patologia. Para os atributos marcados com *, os valores possíveis são “P”, significativo de presença de patologia, ou “N”, significativo de ausência de patologia.

Nome do Atributo	Tipo de Dados	Descrição
id_diag	INT	Código único da avaliação da patologia, atribuído incrementalmente pelo sistema de gestão da base de dados (p.e.: 17)
campos_pulm	VARCHAR(1)	* Valor relativo à presença de patologia nos campos pulmonares
hilo	VARCHAR(1)	* Valor relativo à presença de patologia no hilo
cardio	VARCHAR(1)	* Valor relativo à presença de patologia na zona da sombra cardíaca
mediastino	VARCHAR(1)	* Valor relativo à presença de patologia do mediastino
diafragma_d	VARCHAR(1)	* Valor relativo à presença de patologia no diafragma direito
diafragma_e	VARCHAR(1)	* Valor relativo à presença de patologia no diafragma esquerdo
ang_costofrenico_d	VARCHAR(1)	* Valor relativo à presença de patologia no ângulo costofrénico direito
ang_costofrenico_e	VARCHAR(1)	* Valor relativo à presença de patologia no ângulo costofrénico esquerdo
traqueia	VARCHAR(1)	* Valor relativo à presença de patologia na traqueia
osso	VARCHAR(1)	* Valor relativo à presença de patologia na estrutura óssea
osso_local	VARCHAR(MAX)	Designação das estruturas ósseas afectadas por patologia (p.e.: clavícula esquerda, úmero direito)
partes_moles	VARCHAR(1)	* Valor relativo à presença de patologia presente nos tecidos moles
abdomen	VARCHAR(1)	* Valor relativo à presença de patologia na zona abdominal
patologia	VARCHAR(1)	* Valor relativo à presença de patologia a nível geral
observacoes	VARCHAR(500)	Observações do utilizador relativas ao exame

id_exame	INT	Código único do exame, atribuído incrementalmente pelo sistema de gestão da base de dados (p.e.: 30)
Userld	uniqueidentifier	Código único do utilizador, atribuído aleatoriamente pelo sistema de gestão da base de dados (p.e.: 8cf969e5-161c-4be4-b253-c7654f75413e)

Tabela BD 4 - Tabela da base de dados da aplicação: cxr_diagnostico

5. Tabela cxr_coordenadas

Contém as coordenadas introduzidas pelos observadores na sinalização de patologia.

Nome do Atributo	Tipo de Dados	Descrição
id_coord	INT	Código único das coordenadas inseridas, atribuído incrementalmente pelo sistema de gestão da base de dados (p.e.: 17)
xx	VARCHAR(10)	Valor da coordenada X relativa ao clique na imagem durante a sinalização de patologia (p.e.: 153px)
yy	VARCHAR(10)	Valor da coordenada X relativa ao clique na imagem durante a sinalização de patologia (p.e.: 114px)
xx_mapa	VARCHAR(10)	Valor da coordenada X relativa à localização do nódulo na imagem subamostrada para sinalização na aplicação (p.e.: 132)
yy_mapa	VARCHAR(10)	Valor da coordenada Y relativa à localização do nódulo na imagem subamostrada para sinalização na aplicação (p.e.: 132)
xx_real	VARCHAR(10)	Valor da coordenada X relativa à localização do nódulo na imagem original (p.e.: 737)
yy_real	VARCHAR(10)	Valor da coordenada X relativa à localização do nódulo na imagem original (p.e.: 737)
id_diag	INT	Código único da avaliação da patologia, atribuído incrementalmente pelo sistema de gestão da base de dados (p.e.: 17)

Tabela BD 5 - Tabela da base de dados da aplicação: cxr_coordenadas

6. Tabela cxr_localPulmao

Contém as informações inseridas relativamente à descrição da patologia presente na zona dos campos pulmonares.

Nome do Atributo	Tipo de Dados	Descrição
id_pulmao	INT	Código único da patologia dos campos pulmonares, atribuído incrementalmente pelo sistema de gestão da base de dados (p.e.: 48)
tipo	VARCHAR(50)	Designação do tipo de patologia dos campos pulmonares (p.e.: Nódulo)
especificação	VARCHAR(200)	Caracterização da patologia identificada (p.e.: T1 (< 3 cm))
local	VARCHAR(30)	Localização abreviada da patologia, de acordo com a divisão lobular dos campos pulmonares (p.e.: LMD)
id_diag	INT	Código único da avaliação da patologia, atribuído incrementalmente pelo sistema de gestão da base de dados (p.e.: 17)

Tabela BD 6 - Tabela da base de dados da aplicação: cxr_localPulmao

7. Tabela cxr_comentarios

Contém os comentários de feedback relativos à utilização da aplicação por partes dos observadores.

Nome do Atributo	Tipo de Dados	Descrição
id_comentario	INT	Código único do comentário, atribuído incrementalmente pelo sistema de gestão da base de dados (p.e.: 18)
comentário	VARCHAR(MAX)	Texto relativo ao feedback de utilização da aplicação por parte de cada utilizador
UserId	uniqueidentifier	Código único do utilizador, atribuído aleatoriamente pelo sistema de gestão da base de dados (p.e.: 8cf969e5-161c-4be4-b253-c7654f75413e)

Tabela BD 7 - Tabela da base de dados da aplicação: cxr_comentarios.

Para fazer a interligação entre as tabelas criadas e as tabelas automaticamente geradas pela Framework ASP.NET, como base do seu sistema de gestão de aplicações, foi utilizada a tabela tabela asp_Users, através da sua chave primária, “UserId”.

1. Tabela aspnet_Users

Contém os dados genéricos dos utilizadores registados na aplicação, assim como a chave única associada a cada um.

Nome do Atributo	Tipo de Dados	Descrição
UserId	uniqueidentifier	Código único do utilizador, atribuído aleatoriamente pelo sistema de gestão da base de dados (p.e.: 8cf969e5-161c-4be4-b253-c7654f75413e)
ApplicationId	uniqueidentifier	Código único da aplicação, atribuído aleatoriamente pelo sistema de gestão da base de dados
UserName	VARCHAR(256)	Nome do utilizador
LoweredUserName	VARCHAR(256)	Nome do utilizador em minúsculas
MobileAlias	VARCHAR(16)	Nome alternativo para uso em dispositivos móveis
IsAnonymous	BIT	Utilizador anónimo ou não (1/0)
LastActivityDate	DATETIME	Data e hora da última actividade do utilizador

Tabela BD 8 - Tabela da base de dados da aplicação, nativa da framework ASP.NET: aspnet_Users

A restante documentação da base de dados de gestão da aplicação, gerada pela Framework ASP.NET, pode ser consultada no Website da Microsoft.

ANEXO B

Resultados detalhados dos testes em contexto clínico

Avaliação da qualidade das imagens

ID Img	Qualidade			Nível			Qualidade			Aceitabilidade			Nível: Média	Aceitabilidade: Moda
	Med1	Med2	Med3	Tec1	Tec2	Tec3	Med1	Med2	Med3	Tec1	Tec2	Tec3		
1	9	10	10	8	9	9	T	T	T	T	T	T	9,17	T
2	9	10	9	8	9	9	T	T	T	T	T	P	9,00	T
3	9	10	10	9	8	8	T	T	T	T	T	P	9,00	T
4	10	9	10	8	7	8	T	T	T	T	P	P	8,67	T
5	10	10	10	9	9	9	T	T	T	T	T	T	9,50	T
6	10	10	10	9	6	9	T	T	T	T	P	T	9,00	T
7	10	10	10	9	8	9	T	T	T	T	T	T	9,33	T
8	10	10	10	8	10	10	T	T	T	T	T	T	9,67	T
9	10	9	10	9	5	8	T	T	T	T	P	P	8,50	T
10	10	10	10	10	9	10	T	T	T	T	T	T	9,83	T
11	10	10	10	10	8	10	T	T	T	T	T	T	9,67	T
12	10	9	9	9	9	10	T	T	T	T	T	T	9,33	T
13	10	10	10	10	10	10	T	T	T	T	T	T	10,00	T
14	8	8	10	8	9	9	T	T	T	T	T	T	8,67	T
15	9	9	10	8	7	9	T	T	T	T	P	T	8,67	T
16	9	9	9	9	8	9	P	P	T	N	T	T	8,83	T
17	10	9	10	9	6	9	T	T	T	T	P	T	8,83	T
18	9	10	10	9	7	10	P	T	T	T	P	T	9,17	T
19	10	10	10	10	8	10	T	T	T	T	T	T	9,67	T
20	9	9	10	9	8	8	P	P	T	N	T	P	8,83	P
21	10	9	10	9	7	9	T	T	T	P	P	T	9,00	T
22	10	10	10	9	6	9	T	T	T	T	P	T	9,00	T
23	10	8	8	9	5	9	T	P	P	T	P	T	8,17	T/P
24	10	10	10	8	8	9	T	T	T	T	T	T	9,17	T
25	9	9	10	8	5	9	T	T	T	T	P	T	8,33	T
26	10	10	10	10	7	8	T	T	T	T	P	P	9,17	T
27	10	8	10	7	3	8	T	P	T	P	P	P	7,67	P
28	9	9	9	9	7	8	P	P	T	T	P	N	8,50	P
29	10	10	10	9	6	9	T	T	T	P	P	T	9,00	T
30	10	10	10	9	8	10	T	T	T	T	P	T	9,50	T
31	10	10	10	10	8	9	T	T	T	T	T	T	9,50	T
32	8	9	10	10	4	9	P	T	T	T	P	N	8,33	T
Média Individual	9,59375	9,46875	9,8125	8,90625	7,3125	9,03125								

Tabela Resultados 1 – Registos detalhados relativos ao à avaliação de qualidade realizada

Avaliação dos nódulos solitários do pulmão presentes nas imagens

ID Imagem	Grau Subt	Patologia							Registo Textual		
		Correcto	Médico 1	Médico 2	Médico 3	Técnico 1	Técnico 2	Técnico 3			
1	5	LIE	LIE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	
2	5	LSD	LSD	LSD	LSD	LSD	LSD	LSD	LSD	LSD	
3	3	LIE			LID		LSE				
4	4	LSE	LSE	LSE	LSE/LSD	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	
5	4	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LIE/LSE?	
6	2	LMD		LSE	LSE	LSE				LID	
7	3	LMD	LIE	LIE/LSE		LMD/LIE	LID				
8	4	LMD	LID	LMD	LMD	LMD	LMD	LMD	LMD	LMD	
9	4	LMD	LSE	LMD	LMD	LMD	LMD	LMD	LMD	LMD	
10	3	LMD				LMD	LMD				
11	2	LID									
12	3	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	
13	2	LIE		LSD	LSE/LSD	LSD	LSD				
14	4	LID	LSD	LMD	LMD	LMD	LMD	LMD	LMD	LMD	
15	2	LMD	LMD	LMD	LMD	LMD/LSD					
16	4	LSD		LMD	LMD	LMD	LSD			LMD	
17	3	LSD		LSD	LSD/LSE	LSD	LSD				
18	5	LSD	LSD	LSD/LMD	LSD	LSD	LSD	LSD	LSD	LSD	
19	2	LSD		LSE	LSE		LIE				
20	5	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	
21	5	LSD	LMD	LMD/LSE	LMD/LIE	LMD/LIE	LSD			LSD	
22	2	LIE					LMD				
23	3	LSD	LSD	LSD		LMD	LSD/LSE			LSD	
24	2	LID	LMD	LMD	LSD	LSD	LSD				
25	4	LSD	LSD	LSD	LSD	LSD	LSD	LSD	LSD	LSD	
26	3	LSD	LSD	LSD	LSE	LSD	LMD				
27	5	LID	LID	LID/LSE	LID	LSE	LID			LID	
28	3	LIE		LSE	LSD	LSE				LSE	
29	2	LIE	LIE	LIE	LMD	LIE	LSE				
30	5	LID	LMD	LMD	LSD/LSE	LMD	LSD			LSD	
31	4	LSE	LIE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	
32	5	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE	LSE		

Tabela Resultados 2 – Registos detalhados relativos ao registo textual dos nódulos solitários do pulmão

ID Imagem	Grau Subt	Sinalização na imagem					
		Médico 1	Médico 2	Médico 3	Técnico 1	Técnico 2	Técnico 3
1	5	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo
2	5	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo
3	3			Errado		Certo	
4	4	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo
5	4	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo	Errado
6	2		Errado	Errado	Errado	Errado	
7	3	Errado	Errado	Errado	Errado	Certo	
8	4	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo
9	4	Errado	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo
10	3			Errado	Errado	Certo	
11	2			Errado		Errado	
12	3	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo
13	2		Errado	Errado	Errado	Errado	
14	4	Errado	Certo	Certo	Certo	Errado	Certo
15	2	Certo	Certo	Certo			
16	4		Certo	Certo	Certo	Certo	Certo
17	3		Certo	Certo	Certo	Certo	
18	5	Errado	Errado	Certo	Errado	Errado	Certo
19	2		Errado			Errado	
20	5	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo
21	5	Certo	Certo	Certo	Certo	Errado	Certo
22	2					Errado	
23	3	Certo	Certo		Certo		Certo
24	2	Errado	Errado	Errado	Errado	Errado	
25	4	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo
26	3	Certo	Certo	Errado	Certo	Errado	
27	5	Certo	Certo	Certo	Errado	Certo	Certo
28	3		Certo	Errado	Certo		Certo
29	2	Certo	Errado	Errado	Certo	Errado	
30	5	Certo	Certo	Certo	Certo	Errado	Certo
31	4	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo
32	5	Certo	Certo	Certo	Certo	Certo	

Tabela Resultados 3 – Registos detalhados dos resultados relativos à sinalização livre dos nódulos solitários do pulmão